

**СЕЛЕКЦІЙНО - ГЕНЕТИЧНИЙ ІНСТИТУТ – НАЦІОНАЛЬНИЙ
ЦЕНТР НАСІННЄЗНАВСТВА ТА СОРТОВИВЧЕННЯ
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ЗРОШУВАНОВОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА НАЦІОНАЛЬНОЇ
АКАДЕМІЇ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ**

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ОЧКАЛА ОЛЕКСАНДР СЕРГІЙОВИЧ

УДК 631.657:631.527

**ДИСЕРТАЦІЯ
ВИХІДНИЙ МАТЕРІАЛ НУТУ ЗВИЧАЙНОГО
(*Cicer arietinum* L.) З ВИСОКИМ ТЕМПОМ ПРОРОСТАННЯ ЗА
НИЗЬКИХ ТЕМПЕРАТУР В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ
УКРАЇНИ**

201 Агрономія

20 Аграрні науки та продовольство

Подається на здобуття ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ О.С. Очкала

Науковий керівник: Лаврова Галина Дмитрівна

кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник

Херсон - 2021

АНОТАЦІЯ

Очкала О.С. Вихідний матеріал нуту звичайного (*Cicer arietinum* L.) з високим темпом проростання за низьких температур в умовах Південного Степу України. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 – Агрономія. – Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення НААН, Інститут зрошуваного землеробства НААН, м. Херсон, 2021.

Нут звичайний (*Cicer arietinum* L.) – одна із найбільш розповсюджених бобових культур світу. За посівними площами та валовим виробництвом він займає третє місце у світі серед бобових. Для вирощування та отримання високих урожаїв цієї культури ґрунтові та погодно-кліматичні умови України є цілком сприятливими. Завдяки високому попиту на світовому ринку та привабливій ціні нут поступово збільшує розповсюдження в нашій країні, і на сьогодні займає уже близько 80 тис. га, з перспективою розширення посівних площ до 500 тис. га, а в майбутньому навіть понад 1 млн. га. Нут за посухостійкістю займає одне з перших місць серед бобових культур, але для отримання сходів необхідно 130-140 % вологи від маси насіння.

В умовах зміни клімату, частих ґрунтових та повітряних посух, ранні та надранні посіви нуту мають свої переваги для отримання якісних сходів. Але низькі позитивні температури спричиняють уповільнення проростання насіння та розвиток патогенної мікрофлори, що в свою чергу призводить до зниження польової схожості і складових елементів продуктивності посіву. Тому пошук шляхів запобігання впливу негативних факторів на початку вегетації рослин нуту та здатність використання зимових запасів вологи сприятиме успішному розв'язанню проблеми впливу недостатнього забезпечення вологою під час вегетації і підвищення продуктивності та якості насіння нуту.

Сорти нуту, які рекомендуються для виробництва в Україні, мають

задовольняти всі вимоги виробників, зокрема характеризуватися високою продуктивністю, високим вмістом білка, стійкістю до хвороботворних патогенів та шкідників і мати високу адаптивну здатність до умов вирощування.

Виходячи з цього, потрібно володіти вихідним матеріалом нуту звичайного для використання в селекції, з метою створення сортів, пристосованих до зони ризикованого землеробства на півдні та в центрі України, з високими продуктивними та якісними показниками.

У дисертації наведено теоретичне дослідження та вирішення важливої наукової проблеми селекції нуту звичайного шляхом аналізу та оцінки продуктивності селекційного матеріалу, його реакції на низькі позитивні температури під час проростання, визначення потенційних джерел стійкості до низьких позитивних температур та виділення цінних батьківських компонентів за даною ознакою; створення перспективного вихідного матеріалу з комплексом цінних господарських ознак та стійкістю до низьких позитивних температур; впровадження новостворених ліній у селекційні програми та у виробництво, що має стратегічне значення в галузі селекції і насінництва нуту звичайного.

За результатами досліджень уперше висвітлені питання з удосконалення елементів технології вирощування сортів нуту звичайного за різних строків сівби, що надало можливості покращити схожість насіння, стійкість рослин до низьких позитивних температур, внаслідок чого збільшити врожайність посівного матеріалу адаптованого до умов Південного Степу України.

Визначення кращих ліній, що поєднують в собі високі показники кількості та маси насіння з однієї рослини, джерел стійкості до збудників фузаріозу з високою схожістю за низьких позитивних температур, дозволили запропонувати науково обґрунтовані рекомендації для селекційної практики і виробництва.

Рекомендовані перспективні лінії пройшли апробацію у Селекційно-генетичному інституті – Національному центрі насіннєзнавства та сортовивчення НААН. Вони характеризуються високою стійкістю до дії низьких позитивних температур та високою продуктивністю, яка переважає батьківську форму Ярина (3,05 г) 2,3 – 3 рази. Лінії 5033, 5150, 5360, 5362, 5382 включенні в селекційні програми відділу селекції, генетики та насінництва бобових культур Селекційно-генетичного інституту – Національного центру насіннєзнавства та сортовивчення НААН та впроваджені в селекційні програми Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН в якості вихідного матеріалу для селекції нуту звичайного на стійкість до низьких позитивних температур.

З метою вирішення поставлених завдань були проведені як польові, так і лабораторні дослідження з виділенням джерела цінної ознаки у нуту звичайного – стійкості до низьких позитивних температур. Таким чином були визначені генотипи Краснокутський 123 – 98,89%, Александрит – 96,68%, Пегас – 93,33% та Ярина – 53,33%, які, за результатами лабораторних досліджень, мали найкращі показники та виявились джерелами ознаки стійкості до низьких позитивних температур у цей період.

Удосконалено «методику холодне пророщування рослин» для культури нуту звичайного, з метою перевірки генотипів даної культури на стійкість до низьких позитивних температур під час проростання.

У лабораторних умовах, при виявленні залежності стійкості до хвороб рослин нуту звичайного під час проростання від низьких позитивних температур, встановлено, що використання фунгіцидних протруйників значно зменшує ризик виникнення хвороби і збільшує кількість схожих життєздатних рослин у 3 – 4 рази: від 28,32%, 16,68%, 14,98% (без застосування пестицидів) до 83,35%, 85,02%, 65% (при їх використанні) у сортів Розанна, Пам'ять, КСІ 16, відповідно.

Виявлено вплив низьких позитивних температур на швидкість

водопоглинання насіння нуту звичайного. Установлено, що стресовий чинник зменшує швидкість поглинання вологи насінням нуту від 5,51% до 17,94%.

Установлено досить значну негативну кореляційну залежність між водопоглинанням та проростанням за низьких позитивних температур $r = -0,81$; $R^2 = 65\%$ ($+4^\circ\text{C}$) і контролем $r = -0,7$; $R^2 = 49\%$ ($+25^\circ\text{C}$), що в свою чергу потребує подальшого дослідження.

На основі дисперсійного аналізу проростання за низьких позитивних температур насіння нуту звичайного виявлено ступінь впливу факторів на мінливість даної ознаки. Установлено, що найбільшу ступінь впливу на проростання насіння нуту звичайного має генотип рослини (36,6%). Тому доцільно вважати, що природа даної ознаки є генетичною. При цьому взаємодія генотипу з температурою повітря при проростанні складає 26,4%. Вплив температури на інтенсивність проростання досить незначний 12,1%, дещо суттєвий вплив випадкових факторів - 24,9%, до яких ми можемо віднести ураження хвороботворними патогенами, якість насіння, енергію проростання, розмір насінини.

Виділені лінії 5360, 5150, 5030 і 5033, які мають високу схожість – 100, 86, 93 та 83% при $+4^\circ\text{C}$, що вказує на їх цінність в якості вихідного матеріалу матеріалу для селекції нуту на стійкість до низьких позитивних температур.

Досліджено різницю між елементами структури врожаю залежно від різних строків сівби. Виявлено, що ранній строк сівби позитивно впливає на кількість схожих рослин, проте він проявляє негативну дію на показники структури врожаю, у тому числі: на кількість бобів, кількість та масу насінин з однієї рослини.

Виявлено, що велику роль в польових умовах на початку вегетації відіграє стійкість рослин до збудників фузаріозу та інших корневих гнилей. Сорти Антей, Тріумф, КСІ 16 та Ярина зберегли найбільшу кількість рослин 43,33; 67,5; 57,5 та 45%, відповідно, до фази технологічної стиглості за несприятливих умов при ранньому строку сівби та є цінними джерелами

стійкості до збудників фузаріозу.

Установлена негативна кореляційна залежність $r = -0,6$; $R^2 = 36\%$ для культури нуту звичайного між урожайністю та масою 1000 насінин.

Досліджено вплив гідротермічних умов на продуктивність та якісні показники рослин нуту звичайного на різних етапах вегетації рослин в умовах Південного Степу України. Доведено, що на формування врожаю суттєвий вплив має середня температура повітря ($r = 0,69$; $R^2 = 47\%$), особливо в перший період вегетації ($r = 0,9$; $R^2 = 81\%$).

Встановлено негативну дію кількості опадів на формування врожаю ($r = -0,65$; $R^2 = 42\%$).

Обґрунтовано тісну додатну залежність між відносною вологістю повітря та масою 1000 насінин ($r = 0,97$; $R^2 = 94\%$).

Доведено позитивний вплив середньої температури повітря на формування маси насіння ($r = 0,98$; $R^2 = 96,04\%$).

Результати досліджень показали, що, в середньому за роки вивчення, кращою продуктивністю характеризувались перспективні лінії 5030 (6,45 г), 5033 (6,93 г), 5150 (6,29 г), 5381 (6,27 г), 5382 (6,42 г) та 5383 (6,71 г).

Встановлено, що за комплексом ознак цінними є перспективні лінії 5150, 5030 і 5033, які поєднують в собі високу продуктивність 6,29 г, 6,45 г, 6,93 г, відповідно, та схожість насіння 86%, 93%, 83%, відповідно, при низьких позитивних температурах.

Досліджено, що різна технологія вирощування нуту звичайного впливала на біохімічний склад рослин. Рівень цукрів на підзимніх посівах був вищим на 10% у вегетативній масі рослини, ніж за ярої технології вирощування, що свідчить про можливість використання цієї характеристики в якості ознаки стійкості до низьких позитивних температур.

Встановлено, що при дії низьких температур рослини нуту звичайного починають синтезувати інгібітори протеаз, які блокують протікання гідролізу в клітинах рослини, тобто – метаболічні процеси. Таким чином наявність

інгібіторів протеаз сприяє стійкості рослин нуту звичайного до низьких позитивних температур.

Обґрунтовано, що на схожість рослин нуту при низьких позитивних температурах впливав комплекс фізіологічних та біохімічних процесів. Тому доцільне всебічне дослідження батьківських сортів з метою створення джерел, що поєднують цінні ознаки для подальшого використання в якості вихідного матеріалу.

Для створення високопродуктивних та холодостійких сортів нуту звичайного рекомендуємо використовувати як перспективний вихідний матеріал лінії 5030 та 5033, що поєднують в собі високі показники кількості та маси насіння з однієї рослини з високою схожістю за низьких позитивних температур.

З метою ефективного використання запасів ґрунтової вологи рекомендуємо для раннього і надраннього строку сівби у виробничих умовах використовувати сорти нуту звичайного Тріумф та Ярина, як джерела стійкості до низьких позитивних температур які занесені до Державного Реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні.

Ключові слова: нут, джерела цінних ознак, водопоглинання, селекція, вплив низьких позитивних температур, холодостійкість, рівень цукрів, інгібітори протеаз.

ABSTRACT

Ochkala O.S. The source material of chickpeas (*Cicer arietinum* L.) with a high germination rate at low temperatures under the environment of the Southern Steppe of Ukraine. - Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

The dissertation on competition of a scientific degree of the doctor of philosophy on a specialty 201 - Agronomy. - Breeding and Genetic Institute - National Center for Seed Science and Variety Research NAAS, Institute of Irrigated Agriculture of NAAS of Ukraine, Kherson, 2021.

Chickpea (*Cicer arietinum* L.) is one of the most common legumes in the world. In terms of sown area and gross production, it ranks third in the world among legumes. Soil and weather-climatic conditions of Ukraine are quite favorable for growing and obtaining high yields of this crop. Due to the high demand on the world market and the attractive price, chickpeas are gradually increasing their distribution in our country, and today occupy about 80 thousand hectares, with the prospect of expanding sown areas to 500 thousand hectares, and in the future even more than 1 million hectares. Chickpeas in drought resistance is one of the first places among legumes, but to obtain seedlings need 130-140% moisture by weight of seeds.

In conditions of climate change, frequent soil and air droughts, early and early sowing of chickpeas have their advantages for obtaining quality seedlings. But low positive temperatures cause a slowdown in seed germination and the development of pathogenic microflora, which in turn leads to a decrease in field germination and components of crop productivity. Therefore, the search for ways to prevent the impact of negative factors at the beginning of the growing season of chickpea plants and the ability to use winter moisture will help to successfully solve the problem of insufficient moisture during the growing season and improve productivity and quality of chickpea seeds.

Based on this, it is necessary to have the source material of chickpeas common for use in breeding, in order to create varieties adapted to the zone of

risky farming in the south and center of Ukraine, with high productivity and quality.

The dissertation presents a theoretical study and solution of an important scientific problem of chickpea breeding by analyzing and evaluating the productivity of breeding material, its response to low positive temperatures during germination, identification of potential sources of resistance to low positive temperatures and selection of valuable parental components; creation of perspective initial material with a complex of valuable economic signs and resistance to low positive temperatures; introduction of newly created lines in selection programs and in production, which is of strategic importance in the field of selection and seed production of chickpeas.

According to the research results, for the first time the issues of improving the elements of technology of growing chickpea varieties at different sowing dates were covered, which provided opportunities to improve seed germination, plant resistance to low positive temperatures, thus increasing seed yield adapted to the conditions of the Southern Steppe of Ukraine.

Identification of the best lines, combining high indicators of number and weight of seeds from one plant, sources of resistance to fusarium wilt pathogens with high germination at low positive temperatures, allowed to offer scientifically sound recommendations for breeding practice and production.

The recommended promising lines have been tested at the Breeding and Genetic Institute - National Center for Seed Science and Variety Research of NAAS. They are characterized by high resistance to low positive temperatures and high productivity, which exceeds the parent form of Yarina (3,05 g) 2,3-3 times. Lines 5033, 5150, 5360, 5362, 5382 are included in the selection programs of the Department of Breeding, Genetics and Seed Production of Legumes of the Breeding and Genetic Institute - National Center for Seed Science and Variety Research NAAS and introduced into selection programs of the Institute of Feed and Agriculture of NAAS as source material. selection of chickpeas for resistance

to low positive temperatures.

In order to solve these problems, both field and laboratory studies were conducted with the selection of a source of valuable trait in the common chickpea - resistance to low positive temperatures. Thus, the genotypes Krasnokutsky 123 – 98,89%, Alexandrite – 96,68%, Pegasus – 93,33% and Yarina – 53,33% were determined, which, according to the results of laboratory studies had the best performance and were sources of signs of resistance to low positive temperatures during this period.

The "cold germination method of plants" for the culture of chickpea has been modified in order to test the genotypes of this culture for resistance to low positive temperatures during germination.

The dependence of resistance to low positive temperatures during germination on resistance to diseases of chickpea plants has been revealed. Germination in the laboratory at low temperatures causes a decrease in natural immunity and contributes to the impact of pathogens, which was observed in the similarity of susceptible to phytopathogens varieties, namely Rosanna – 28,32%, Memory – 16,68%, KSI 16 – 14,98%. It is established that the use of fungicidal pesticides significantly reduces the risk of disease during such germination and increases the number of germinated viable plants. Thus, varieties that were characterized as weakly resistant to low positive temperatures, increased their germination at a temperature of +4 °C in 3 - 4 times, namely: Rosanna – 83,35%, Memory – 85,02%, KSI 16 – 65%.

The influence of low positive temperatures on the rate of water absorption of chickpea seeds was revealed. It was found that the stress factor reduces the rate of moisture absorption by chickpea seeds from 5,51% to 17,94%. A rather significant negative correlation between water absorption and germination at low positive temperatures $r = -0,81$; $R^2 = 65\%$ (+ 4°C) and control $r = -0,7$; $R^2 = 49\%$ (+ 25°C), which in turn requires further study.

Based on the analysis of variance of germination at low positive

temperatures of chickpea seeds, the degree of influence of factors on the variability of this trait was revealed. It was found that the genotype of the plant (36.6%) has the greatest degree of influence on the germination of chickpea seeds. Therefore, it is reasonable to assume that the nature of this trait is genetic. The interaction of the genotype with the air temperature during germination is 26,4%. The influence of temperature on the intensity of germination is quite insignificant 12,1%, a somewhat significant influence of random factors - 24.9%, which include lesions of pathogens, seed quality, germination energy, seed size.

The selected lines 5360, 5150, 5030 and 5033, which have a high similarity of 100, 86, 93 and 83%, at + 4⁰C, which indicates their high value as a source material for the selection of chickpeas for resistance to low positive temperatures. The difference between the elements of crop structure depending on different sowing dates was studied. It was found that the early sowing period has a positive effect on the number of similar plants, but it has a negative effect on the structure of the crop, including the number of beans, the number and weight of seeds per plant.

It was found that a large role in the field at the beginning of the growing season is played by the resistance of plants to pathogens of fusarium wilt and other root rot. Varieties Antey, Triumph, KSI 16 and Yarina kept the largest number of plants 43.33; 67.5; 57.5 and 45%, respectively, to the phase of technological maturity under adverse conditions at early sowing and are valuable sources of resistance to fusarium wilt pathogens.

The negative correlation dependence $r = -0,6$; $R^2 = 36\%$ for chickpea culture between yield and weight of 1000 seeds.

The influence of hydrothermal conditions on productivity and quality indicators of chickpea plants at different stages of plant vegetation in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine is investigated. It is proved that the average air temperature ($r = 0,69$; $R^2 = 47\%$) has a significant effect on crop formation, especially in the first growing season ($r = 0,9$; $R^2 = 81\%$).

The negative effect of precipitation on crop formation was established ($r = -0,65$; $R^2 = 42\%$).

A close positive relationship between relative humidity and weight of 1000 seeds ($r = 0,97$; $R^2 = 94\%$) is substantiated.

The positive influence of average air temperature on seed mass formation ($r = 0,98$; $R^2 = 96.04\%$) is proved.

The results of the research showed that, on average for two years of research, the most promising lines were 5030 (6,45 g), 5033 (6,93 g), 5150 (6,29 g), 5381 (6,27 g), 5382 (6,42 g) and 5383 (6,71 g).

It is established that the complex of valuable features highlighted promising lines 5150, 5030 and 5033, which combine high productivity of 6,29 g, 6,45 g, 6,93 g, respectively, and seed germination of 86%, 93%, 83%, respectively, at low positive temperatures.

It was investigated that different technology of growing chickpeas affected the biochemical composition of plants. The level of sugars in winter crops was 10% higher in the vegetative mass of the plant than in the spring cultivation technology, which indicates the possibility of using this characteristic as a sign of resistance to low positive temperatures.

It has been established that under the action of low temperatures, chickpea plants begin to synthesize protease inhibitors, which block the course of hydrolysis in plant cells, ie, metabolic processes. Thus, the presence of protease inhibitors contributes to the resistance of chickpea plants to low positive temperatures.

It is substantiated that the germination of chickpea plants at low positive temperatures was influenced by a complex of physiological and biochemical processes.

Therefore, it is advisable to comprehensively study the parent varieties in order to create sources that combine valuable traits for further use as a source material.

To create high-yielding and cold-resistant varieties of chickpeas, we recommend

using as a promising source material lines 5030 and 5033, which combine high numbers and weights of seeds from one plant with high germination at low positive temperatures. In order to effectively use soil moisture reserves, we recommend for early and early sowing in industrial conditions to use varieties of chickpeas Triumph and Yaryna as sources of resistance to low positive temperatures and included in the Register of plant varieties suitable for distribution in Ukraine.

Key words: chickpeas, sources of valuable traits, water absorption, selection, influence of low positive temperatures, cold resistance, sugar level, protease inhibitors.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях України

1. **Очкала О.С.**, Лаврова Г.Д., Бушулян О.В., Нагуляк О.І. Вплив низьких позитивних температур на інтенсивність проростання та строків сівби на елементи врожаю у різних генотипів нуту звичайного (*Cicer arietinum* L.). *«Зрошуване землеробство»*. 2020. 74. 139-143. DOI: <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2020.74.25> (Частка участі здобувача - 50%; особистий внесок: проведення експериментів, статистична обробка одержаних результатів, визначення джерел стійкості нуту звичайного до низьких позитивних температур при проростанні, написання та оформлення статті).

2. **Очкала О.С.**, Лаврова Г.Д., Молодченкова О.О., Джус Т.О. Елементи урожайності та якості насіння генотипів нуту звичайного в умовах зміни клімату на півдні Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2021. 119. 92-99. (Частка участі здобувача - 50%; особистий внесок: участь у створенні вихідного матеріалу нуту, аналіз його морфологічних та біохімічних

характеристик, участь у проведенні експериментів, статистична обробка одержаних результатів, написання та оформлення статті).

Статті у періодичному науковому виданні іншої держави, яка входить до Організації економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР) та Європейського Союзу (ЄС)

3. **Ochkala O.S.**, Lavrova G.D., Molodchenkova O.O. Biochemical reactions and yield structure of chickpeas in selection for resistance to low positive temperatures. *German International Journal of Modern Science*, 2021. 22. 7-9 DOI: 10.24412/2701-8369-2021-22-7-9 (*Частка участі здобувача - 50%; особистий внесок: аналіз літературних даних і власних результатів, проведення експериментів, статистичний аналіз, написання та оформлення статті*).

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

4. Бушулян О.В., **Очкала О.С.** Вихідний матеріал нуту звичайного (*Cicer arietinum* L.) з високим темпом проростання за низьких позитивних температур. International research and practice conference: *Modern methodologies, innovations and operational experience in the field of biological science* (December 27-28, 2017). Lublin, Poland, 2017. 3 (*форма участі - публікація тез*).

5. Бушулян О.В., **Очкала О.С.**, Нагуляк О.І. Вплив низьких позитивних температур на темпи пророщування нуту звичайного (*Cicer arietinum* L.). Матеріали II Інтернет-конференції молодих учених «Генетика та селекція сільськогосподарських культур: від молекули до сорту» (30 серпня 2018 р., м. Київ). Київ, 2018. 20. <http://confer.uesr.sops.gov.ua/genetika2018/schedConf/presentations>. (*форма участі - публікація тез*).

6. **Очкала О.С.**, Лаврова Г.Д., Нагуляк О.І. Вплив низьких позитивних температур на інтенсивність водопоглинання нуту звичайного (*Cicer arietinum* L.). Матеріали III Інтернет-конференції молодих учених «Генетика та селекція сільськогосподарських культур: від молекули до сорту» (28 серпня

2019 р., м. Київ). Вінниця, НІЛАН-ЛТД, 2019. 2.
<http://confer.uesr.sops.gov.ua/genetika2019/paper/view/18495> (форма участі - публікація тез).

7. **Очкала О.С.**, Лаврова Г.Д., Нагуляк О.І. Дослідження колекції генотипів нуту звичайного на наявність стійкості до низьких позитивних температур під час проростання. Матеріали IV Інтернет-конференції молодих учених «Генетика та селекція сільськогосподарських культур: від молекули до сорту» (18 вересня 2020 р., м. Київ). Київ. 2020. С.23.
<http://confer.uesr.sops.gov.ua/genetika2020/paper/viewFile/22075/11340> (форма участі - публікація тез).

8. **Очкала О.С.**, Лаврова Г.Д. Роль природного імунітету нуту звичайного при проростанні за низьких позитивних температур. *Сучасні проблеми генетики, біотехнології і біохімії сільськогосподарських рослин: тези доповідей Міжнародної наукової конференції* (21 жовтня 2020р., СГІ – НЦНС, Одеса, Україна): Одеса: СГІ – НЦНС, 2020. 112-113. (форма участі - публікація тез).

9. **Очкала О.С.**, Лаврова Г.Д., Молодченкова О.О., Джус Т.О. Продуктивність генотипів нуту звичайного у південному Степу України в різні роки. *Селекція зернових та зернобобових культур в умовах змін клімату: напрями і пріоритети. Тези доповідей Міжнародної наукової конференції* (5 травня 2021р., СГІ – НЦНС, Одеса, Україна): Одеса: СГІ – НЦНС, 2021. 47-48. (форма участі - публікація тез).

10. **Очкала О.С.**, Лаврова Г.Д., Гаврилов С.В. Особливості відбору та перевірки вихідного матеріалу нуту звичайного на стійкість до низьких позитивних температур в лабораторних умовах. *Проблеми аграрного виробництва на сучасному етапі і шляхи їх вирішення. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої ювілейним датам від дня народження видатних вчених-рослинників: 130-річчю від дня народження доктора біол. наук, професора Льва Миколайовича Делоне; 120-*

річчю від дня народження кандидата с.-г. наук Софії Михайлівни Фріденталь (1-2 липня 2021 р.): Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН. Харків, 2021. 401-403. (*форма участі - публікація тез*).

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	19
ВСТУП.....	20
РОЗДІЛ 1 ПРОБЛЕМИ СТІЙКОСТІ ДО НИЗЬКИХ ПОЗИТИВНИХ ТЕМПЕРАТУР НУТУ ЗВИЧАЙНОГО (огляд літератури).....	26
1.1 Історія, поширення та біологічні особливості нуту звичайного.....	26
1.2 Проблеми стійкості нуту звичайного до біотичних та абіотичних факторів і шляхи їх вирішення.....	30
1.3 Дослідження питання холодостійкості на прикладі інших біологічних об'єктів.....	35
Висновки до розділу 1.....	41
РОЗДІЛ 2 УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	43
2.1 Ґрунтово-кліматичні та погодні умови проведення дослідду.....	43
2.2 Методика проведення досліджень	47
2.3 Матеріали для проведення досліджень.....	53
Висновки до розділу 2.....	55
РОЗДІЛ 3 АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ПРОРОСТАННЯ НУТУ ЗВИЧАЙНОГО ПРИ ВИВЧЕННІ СТІЙКОСТІ ДО НИЗЬКИХ ПОЗИТИВНИХ ТЕМПЕРАТУР.....	56
3.1 Дослідження проростання колекції нуту звичайного для виявлення потенційних джерел стійкості при низьких позитивних температурах.....	56
3.2 Інтенсивності проростання нуту звичайного при низьких позитивних температурах.....	68
3.3 Вивчення особливостей проростання ліній, отриманих внаслідок селекції на холодостійкість.....	78
Висновок до розділу 3.....	80

РОЗДІЛ 4 ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ ПРОДУКТИВНОСТІ ГЕНОТИПІВ НУТУ ЗВИЧАЙНОГО ПРИ СЕЛЕКЦІЇ НА ІНТЕНСИВНІСТЬ ПРОРОСТАННЯ ЗА НИЗЬКИХ ПОЗИТИВНИХ ТЕМПЕРАТУР.....	84
4.1 Дослідження продуктивності генотипів нуту звичайного при ранніх строках сівби.....	84
4.2 Якісні показники рослин нуту звичайного, залежно від гідротермічних умов (середнє за 2018 – 2020 рр.).....	103
4.3 Дослідження продуктивності ліній, отриманих внаслідок селекції на інтенсивність проростання при низьких позитивних температурах.....	109
Висновки до розділу 4.....	117
РОЗДІЛ 5 БІОХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ НУТУ ЗВИЧАЙНОГО ПРИ СЕЛЕКЦІЇ НА ХОЛОДОСТІЙКІСТЬ.....	119
5.1 Дослідження та аналіз біохімічних показників генотипів нуту при підзимній технології вирощування.....	119
5.2 Аналіз біохімічних показників ліній, отриманих внаслідок селекції на холодостійкість нуту звичайного при підзимній та ярій технології вирощування.....	121
Висновок до розділу 5.....	124
ВИСНОВКИ.....	126
РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ СЕЛЕКЦІЙНОЇ ПРАКТИКИ І ВИРОБНИЦТВА.....	130
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	131
ДОДАТКИ.....	150

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

СГІ – НЦНС – Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення

НЦГРРУ- Національний центр генетичних ресурсів рослин України

см — сантиметри

г - грам

шт — штук

% — відсоток

ГТК — гідротермічний коефіцієнт

°С — градуси Цельсія

r – коефіцієнт кореляції

т/га — тонни з 1 гектару

мг — міліграм

Н кат/кг - катал на кілограм

г/кг — грам на 1 кілограм

Пит. акт — питомий активний

вегет. маса – вегетативна маса

корен. маса — коренева маса

КРТС - кількість рослин, що досягли технологічної стиглості

ВРНБ - висота розташування нижнього бобу

КБР - кількість бобів на рослині

КНР - кількість насінин з рослини

МНР - маса насінин з рослини

ВСТУП

Обґрунтування вибору теми досліджень. Нут звичайний (*Cicer arietinum* L.) – одна із найбільш розповсюджених бобових культур світу. За посівними площами та валовим виробництвом дана культура займає третє місце у світі серед бобових культур. Для вирощування та отримання високих урожаїв цієї культури ґрунтові та погодно-кліматичні умови України є цілком сприятливими. Завдяки високому попиту на світовому ринку та привабливій ціні нут поступово збільшує розповсюдження в нашій країні, і на сьогодні займає уже близько 80 тис. га, з перспективою розширення посівних площ до 500 тис. га, а, в майбутньому, навіть понад 1 млн. га. Нут за посухостійкістю займає одне з перших місць серед бобових культур, але для отримання сходів необхідно 130-140 % вологи від маси насіння. І хоча генетичний потенціал продуктивності генотипів нуту може забезпечити урожайність понад 2,5 т/га, в умовах частих ґрунтових та повітряних посух цей потенціал повністю не реалізується. Тому ранні та надранні посіви мають свої переваги для отримання якісних сходів. Але низькі позитивні температури спричиняють уповільнення проростання насіння та розвиток патогенної мікрофлори, що в свою чергу призводить до зниження польової схожості і складових елементів продуктивності посіву.

Сорти нуту, які рекомендуються для виробництва в Україні, мають задовольняти всі вимоги виробників, зокрема характеризуватися високою продуктивністю, високим вмістом білка, стійкістю до хвороботворних патогенів та шкідників і мати високу адаптивну здатність до умов вирощування.

Тому пошук шляхів запобігання впливу негативних факторів на початку вегетації рослин нуту та підвищення здатності використання зимових запасів вологи, що сприятиме успішному розв'язанню проблеми недостатнього забезпечення вологою під час вегетації і підвищення продуктивності та якості насіння нуту, є важливим та **актуальним**.

Вирішення цього питання сприятиме подальшому успішному впровадженню нових сортів у виробництво та збільшенню ареалу вирощування на території України.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Наукові дослідження за темою дисертації є складовою частиною тематичного плану Селекційно-генетичного інституту – Національного центру насіннєзнавства та сортовивчення (СГІ – НЦНС) і були виконані у межах ПНД НААН №13 «Селекція зернових і зернобобових культур» завдання на 2016-2020 рр. 13.00.01.79П «Створити високопродуктивні з крупним насінням, толерантні до основних хвороб сорти нуту, адаптовані до умов вирощування», № державної реєстрації 0119U001426, а також ПНД НААН №13 «Створення сортів зернових, круп'яних, зернобобових культур з комплексною стійкістю до стресових факторів середовища, підвищеною якістю врожаю (Зернові, круп'яні, зернобобові культури)» на 2021-2025 роки, завдання 13.00.13.03.П «Створення високопродуктивних, адаптивних до несприятливих біотичних і абіотичних чинників довкілля, крупнонасінних сортів нуту», № державної реєстрації 0121U107895.

Особистий внесок автора полягає у встановленні фізіологічних та біохімічних особливостей колекційних зразків нуту звичайного та виділенні цінних зразків з поєднанням високих господарських ознак та стійкістю до низьких позитивних температур для подальшого використання в селекції; виявленні закономірностей впливу абіотичних факторів на структурні елементи урожаю нуту звичайного; виявленні впливу генотипу на стійкість до низьких позитивних температур.

Мета і завдання. Головною *метою* науково-дослідної роботи було виявлення зі світової колекції нуту джерел та створення нового вихідного матеріалу для селекції нуту звичайного з високим темпом проростання за низьких позитивних температур та високою продуктивністю.

Для досягнення поставленої мети планувалося вирішити наступні *завдання*:

- вивчити зразки Національної колекції нуту з метою виявлення генетичних джерел з високим темпом проростання при мінімальних позитивних температурах;
- шляхом гібридизації створити новий вихідний матеріал з високими темпами проростання за мінімальних температур та іншими господарсько – цінними ознаками для використання на наступних етапах селекції;
- вивчити закономірності мінливості господарсько – цінних ознак та кореляційних зв'язків між ними;
- шляхом індивідуального добору виділити константні високопродуктивні лінії нуту з високим темпом проростання при мінімальних позитивних температурах.

Об'єкт дослідження – реакція зразків нуту звичайного на екстремальні умови навколишнього середовища під час проростання та вегетації.

Предмет дослідження – особливості прояву ознак та властивостей у генотипів нуту з різними темпами проростання при мінімальних позитивних температурах, селекційна цінність колекційного та створеного вихідного матеріалу нуту за господарсько – цінними ознаками.

Методи дослідження:

1. *загальнонаукові* – визначення напрямку досліджень, спостереження, аналіз і синтез, узагальнення;
2. *польові* (проведення фенологічних спостережень, обліків),
3. *біометричний* (проведення структурного аналізу та встановлення прояву досліджуваних ознак),
4. *лабораторний* (визначення темпів проростання, водопоглинання насіння за контрольованих температур),
5. *біохімічний* (визначення біохімічних показників насіння та вегетативної маси),
6. *математично-статистичний* (дисперсійний, варіаційний, кореляційний аналізи, встановлення достовірності експериментальних

даних).

Наукова новизна отриманих результатів. *Вперше в умовах Південного Степу України:*

- проведена оцінка генофонду нуту різного еколого-географічного походження на інтенсивність проростання при низькій позитивній температурі ($+4^{\circ}\text{C}$) та виділено джерела з високими темпами проростання для залучення їх в селекційні програми;

- на основі дисперсійного аналізу доведено, що на мінливість ознаки інтенсивності проростання насіння нуту впливає переважно генотип сорту (36,6%), його взаємодія з температурою (26,4%), вплив температури становить 12,1%;

- досліджено показники структури урожаю та параметри рівня мінливості господарських ознак нуту в умовах Південного Степу України;

- визначено особливості біохімічного складу вегетативної маси та коренів нуту під час перезимівлі та при весняній сівбі;

- на основі кореляційного зв'язку між елементами структури урожаю та між урожайністю нуту і гідротермічними показниками встановлено, що провідну роль у формуванні продуктивності рослин нуту відіграють ознаки «кількість насінин на рослині» ($r = 0,94$; $R^2 = 88,36\%$) та «кількість бобів на рослині» ($r = 0,87$; $R^2 = 75,69\%$), а на урожайність культури мають суттєвий позитивний вплив середня температура повітря ($r = 0,69$; $R^2 = 47\%$) і відносна вологість повітря у першу половину вегетації ($r = 0,68$; $R^2 = 46,26\%$), в той час як збільшення кількості опадів негативно позначається на продуктивності ($r = -0,65$; $R^2 = 42\%$), особливо у другій половині вегетації ($r = -0,70$; $R^2 = 49\%$);

- створено константні лінії нуту звичайного, що поєднують інтенсивні темпи проростання насіння за низьких позитивних температур з високою продуктивністю.

Удосконалено методику вивчення інтенсивності проростання насіння нуту при низьких позитивних температурах, «холодне пророщування насіння».

Набули подальшого розвитку:

- наукові положення щодо фізіологічних та біохімічних особливостей рослин, що перебувають під впливом низьких позитивних температур;
- питання використання ранніх посівів нуту з метою уникнення посухи у фазі проростання насіння та у першій половині вегетації;
- розширення генетичного різноманіття вихідного матеріалу нуту звичайного шляхом внутрішньовидових схрещувань.

Практичне значення одержаних результатів полягає у створенні нового вихідного матеріалу нуту звичайного з високою стійкістю до низьких позитивних температур під час проростання та з високою продуктивністю, удосконаленні методики оцінки ознаки холодостійкості при проростанні нуту звичайного в лабораторних умовах.

Перспективні лінії пройшли апробацію у Селекційно-генетичному інституті – Національному центрі насіннєзнавства та сортовивчення НААН. Вони характеризуються високою стійкістю до дії низьких позитивних температур та високою продуктивністю, яка переважає батьківську форму Ярина (3,05 г) 2,3-3 рази. Лінії 5033, 5150, 5360, 5362, 5382 включенні в селекційні програми відділу селекції, генетики та насінництва бобових культур Селекційно-генетичного інституту – Національного центру насіннєзнавства та сортовивчення НААН та впроваджені в селекційні програми Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН в якості вихідного матеріалу для селекції нуту звичайного на стійкість до низьких позитивних температур.

Особистий внесок здобувача. Дисертацію на здобуття доктора філософії виконано самостійно. Здобувачем були визначенні завдання досліджень та методи їх вирішення. Самостійно здійснювався інформаційний

пошук, аналіз та узагальнення світової та вітчизняної літератури за темою дисертації, виконано польові та лабораторні дослідження, аналіз результатів, їх статистичну обробку, узагальнення та систематизацію, зроблені обґрунтовані висновки для селекційної роботи.

Апробація матеріалів дисертації. Основні результати дисертаційної роботи були викладені й опубліковані на Міжнародній науково-практичній конференції «Modern methodologies, innovations and operational experience in the field of biological science» (Люблін, Польща, 27-28 грудня 2017 року), II, III та IV Інтернет - конференціях молодих учених в Інституті експертизи сортів рослин «Генетика та селекція сільськогосподарських культур: від молекули до сорту» (Київ, 30 серпня 2018 р.; Київ, 28 серпня 2019 р.; Київ, 18 вересня 2020 р.), Міжнародній науковій конференції «Сучасні проблеми генетики, біотехнології і біохімії сільськогосподарських рослин» у Селекційно-генетичному інституті (Одеса, 21 жовтня 2020 р.), Міжнародній науковій конференції «Селекція зернових та зернобобових культур в умовах змін клімату: напрями і пріоритети.» у Селекційно-генетичному інституті (Одеса, 5 травня 2021 р.), Міжнародній науково-практичній конференції, присвяченій ювілейним датам від дня народження видатних вчених-рослиників: 130-річчю від дня народження доктора біол. наук, професора Льва Миколайовича Делоне; 120-річчю від дня народження кандидата с.-г. наук Софії Михайлівни Фріденталь (Харків, 1-2 липня 2021р.) в Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація викладена на 170 сторінках машинописного тексту з якого 111 сторінок основної частини. Робота ілюстрована 31 таблицями, 5 рисунками. Містить вступ, п'ять розділів основної частини, практичні рекомендації, список використаної літератури із 164 джерел та 20 додатків.

РОЗДІЛ 1

ПРОБЛЕМИ СТІЙКОСТІ ДО НИЗЬКИХ ПОЗИТИВНИХ ТЕМПЕРАТУР НУТУ ЗВИЧАЙНОГО (огляд літератури)

1.1 Історія, поширення та особливості формування врожаю нуту звичайного.

Нут – стародавня культура, яка була відома в Єгипті, Греції, Римі, Індії, Месопотамії ще в доісторичні часи [1]. Відомо що дана рослина була окультуреною близько трьох тисяч років тому, а в їжу її використовували значно раніше. Батьківщиною культурного нуту вважається південно-східна Туреччина і північно-східна Сирія, де росте його предок *Cicer reticulatum* [2]. В дикому виді культура нуту більше не зустрічається, але як сільськогосподарська вирощується в 50 країнах світу [3]. В бронзовому віці нут поширився на території сучасного Єгипту, Іраку, Греції, Ізраїлю та Індії, що в свій час приводило до помилкової думки про місцеве походження цієї культури (до цього ж висновку прийшов і Микола Іванович Вавилов у 1930 рр.) [4]. В Європі найбільш ранні знахідки даної культури відносять до періоду неоліту [5].

На даний момент посівні площі нуту в світі становлять 12 млн га, з яких 8 млн в Індії. За посівними площами та валовим виробництвом він займає третє місце у світі серед бобових культур [6, 7], що говорить про велику роль даної культури в харчовій промисловості людства. В Україні у степовій зоні в період вегетації сільськогосподарських культур часто мають місце посухи і цей процес посилюється та поширюється територіально [8, 9]. Але поряд з цим агрокліматичні умови досить сприятливі для вирощування даної культури та отримання якісного, а головне прибуткового урожаю [10 – 13].

На даний момент відомо близько 80 тис. зразків місцевих рас, сортів та

диких форм, які зберігаються в більше як 30 генетичних банках світу, до яких входять такі установи як Міжнародний науково-дослідний інститут напівсухих тропіків (Індія, Патанчеру, ICRISAT) та Міжнародний центр сільськогосподарських досліджень в сухих зонах (Сирія, Алеппо), де підтримуються та вивчаються найбільші колекції генотипів нуту. На жаль, у 2012 році у зв'язку з внутрішніми причинами цей науково-дослідний заклад переведено до Лівану. Колекція нуту нараховує тут понад 20 тисяч зразків: 77 форм культурного та 308 форм 18 диких видів [14–16], що в свою чергу досить мало в порівнянні з іншими культурами. Тому основна задача селекціонерів у роботі з даною культурою збільшити генотипове різноманіття. Багаторічні дослідження геному нуту в ICRISAT дозволили науковцям створити базу даних мікросателітів нуту Chickpea Microsatellite Database (CicArMiSatDB) [17]. Це дає можливість пришвидшити селекційний процес шляхом швидкого підбору батьківських компонентів в селекційних програмах.

За останні роки у вивченні генетичного поліморфізму дикого та культурного нуту паралельно з морфологічними показниками використовують методи генетичних маркерів [18–20]. Вузька мінливість культурного нуту обумовлена тим, що тип *kabuli* походить від типу *desi*. І швидше всього, даний тип був створений штучно, за допомогою втручання людини методом відбору, адже тип *kabuli* значно продуктивніший і рослини мають більш крупне насіння в порівнянні з типом *desi*. Висновки про це дають результати секвенування геномів культурного та дикого нуту [21–24].

Так як основними споживачами нуту біля України є Туреччина, Ізраїль, Італія, Іспанія, Ліван, Алжир, Єгипет (а ці країни потребують насіння типу *kabuli* з масою 1000 насінин понад 400 г), селекціонери О. В. Бушулян, С. М. Пасічник, В. І. Січкарь поставили за мету створити крупнонасінні сорти зі світлим насінням, а також високим коефіцієнтом розварюваності, адже основним напрямком використання нуту є продовольчий [25].

Так, на думку В. Ю. Скитського і Ю. І. Герасимова актуальним для селекції нуту є підвищення продуктивності за рахунок збільшення кількості бобів та підвищення крупності насіння [26]. Вони вважають, що підвищення структурних елементів врожаю збільшить продуктивність рослини. Цей підхід досить активно використовується селекціонерами для створення високопродуктивних сортів нуту звичайного. Так, науковцями Ядерного інституту сільського господарства і біології Пакистану в 2010 р. створено мутант CM 2008, шляхом впливу розчину етілметансульфонату (EMS) на місцевий зразок Punjab-1, що підвищило урожайність на 34 % і майже вдвічі крупність насіння [27]. А нашими вітчизняними колегами, а саме Луганським інститутом агропромислового виробництва здійснено спробу закріпити високу масу 1000 насінин за маркерною ознакою – подовжена форма бобу. Зареєстровано два зразки з середньою масою 1000 насінин 334,5 г - КП 3847 та КП 3991, що характеризує дані зразки як крупнонасінні генотипи. В якості донора ознаки подовженого бобу використали зразок UD0500108 з Болгарії [28].

Інший підхід нам пропонують В.І. Січкара та О. В. Бушулян, на їх думку перенесення гену двохбобовості з генотипів *desi* значно підвищить продуктивність генотипів нуту звичайного [29]. На даний момент ця селекційна програма продовжується в Селекційно - генетичному інституті – Національному центрі насіннізнавства та сортовивчення НААН, і має досить вагомі результати.

Вітчизняні та зарубіжні вчені в своїх дослідках мали спостереження, при яких було доведено вплив абіотичних та біотичних факторів на продуктивність рослин нуту. І поряд з селекцією на продуктивність селекціонери повинні працювати і на стійкість до негативних чинників. Так, Д.М. Кличук спостерігав в умовах Молдови, що посіви зразків нуту з високою урожайністю можуть бути сприйнятливими до фузаріозу, а посухостійкі мутанти – до умов перезволоження [30]. А С. L. L. Gowda

дослідив, що крупнонасіненні сорти дуже чутливі до чинників навколишнього середовища і втрачають урожайність при негативному впливі біо- та абіотичних факторів, тому виділення зразків з крупним насінням і відносно стабільних до біо- та абіотичних чинників є дуже важливим [31].

В сучасних умовах досить активним є впровадження в селекційний процес новітніх методів селекції, але це не можливо без детальних досліджень генотипів та створення карти генів для виявлення генетичних маркерів. Тому закордонні колеги Gaur P. M., Jukanti A. K., Varshney R. K. досліджують генну послідовність нуту та можливість використання маркерів генів для пришвидшення селекційного процесу високоврожайних сортів нуту [32]. Завдяки цьому було створено новий підхід до селекції нуту звичайного, а саме створення так званих MAGIC-гібридів (multi-parent advanced generation inter-cross), які можуть бути створені із залученням двох-, чотирьох-, і восьми батьківських форм. Вони є цінними генетичними ресурсами в плані дослідження ознак та картування генів [33]. Завдяки цьому підходу до селекції нуту звичайного ми можемо збільшити генетичне різноманіття даної культури та створити генотипи, які матимуть високу сільськогосподарську цінність та будуть використовуватись в якості вихідного матеріалу для створення високопродуктивних сортів нуту. Адже за результатами досліджень нут звичайний в ході свого одомашнення втратив велику частку мінливості, і на жаль, отримав так званий “ефект потопаючого” [34]. Ця проблема спричинює зниження продуктивності генотипів за різних умов вирощування, адже для кожного ареалу виробництва насіння даної культури характерні свої гідротермічні умови. Так, для північних районів світової кулі, а саме для Канади потрібні сорти нуту з ранньостиглістю, асоційованою з раннім цвітінням і утворенням подвійних бобів для уникнення приморозків наприкінці вегетаційного періоду. В 2014 – 2016 роках пройшли випробування три нових сорти Саскатунського дослідного центру: CDC Orion, CDC Leader та CDC Palmer [35]. Для південних районів

натомість потрібні сорти нуту з високою посухостійкістю. В Україні Селекційно-генетичним інститутом (СПІ – НЦНС) створено дев'ять сортів, чотири з яких були внесені до Реєстру сортів України. В посушливі 2012–2014 роки сорти Тріумф, Одисей, Скарб та дві лінії – Лінія 19/12 і Лінія 25/12 селекції СПІ-НЦНС показали високу та стабільну продуктивність, що характеризує їх високу посухостійкість [36].

Кобизєва Л. Н. і Вус Н. О. досить широко проаналізували та описали досягнення селекції нуту як в світі, так і в Україні. Проаналізувавши все, ми можемо сказати, що розвиток селекції даної культури не стоїть на місці і постійно розвивається, створюючи нове генетичне різноманіття нуту [37].

1.2 Проблеми стійкості нуту звичайного до біотичних та абіотичних факторів і шляхи їх вирішення

При дослідженні генотипів нуту звичайного на холодостійкість ми зіштовхнулися з проблемою хвороботворних патогенів. Найпоширенішими хворобами на території України для нуту звичайного є фузаріоз, в'янення нуту та аскохітоз, які вражають рослини на всіх етапах вегетації [38 – 42]. Однією із «слабких сторін» існуючих сортів нуту є сприйнятливість до хвороб, що приводить до суттєвого зниження врожайності та якості насіння. За сильного ураження хворобою падіння врожайності може досягти 100 % [43 – 45]. А при наявності вологи в ґрунті, що є оптимальним середовищем для розвитку хвороб епіфітотії не уникнути, тому питання стійкості до хвороб при селекції на інтенсивність проростання при низьких позитивних температурах є досить актуальним.

Особливо важливим є відстеження та створення джерел стійкості зі світлим кольором забарвлення насінної оболонки, адже вони є комерційними. Такі джерела стійкості світлонасінневого типу є дуже важливими для подальшої селекції. Такі зразки реєструють навіть за умов низької

урожайності або дрібного насіння, як в США – зразки PHREC-Ca-Comp. #1 Reg. No. GP-282, PI 659664 в 2007 році [46] і CA0469C025C в 2014 році [47]. Але, як виявилось, схрещування між генотипами *desi* та *kabuli* дають дуже цінний вихідний матеріал, оскільки ці типи несуть різний генний пул [48]. Подальше розщеплення таких гібридних комбінацій дає змогу отримати досить цінні трансгресивні форми.

Багаторічні дослідження М. М. Jiménez-Gasco та інших, в яких вивчали рівень стійкості рослин нуту до фузаріозу (збудник *Fusarium* sp.) і природу її успадкування показало, що дана ознака має полігенний характер контролю і широкий расовий характер збудника [49], що говорить про можливість створення генотипів з комплексною стійкістю до цієї хвороби. Так, в 2015 році проект Grain Legumes виділив лінії, стійкі як до фузаріозу, так і до аскохітозу. Так, шляхом маркер-допоміжного беккросування створено зразок С 214, в якому змогли пірамідувати п'ять генів стійкості до фузаріозу та чотири до аскохітозу [50 – 52]. А.Д. G. Shinde зі співавторами виділили рекомбінантні інбредні лінії з високою стійкістю до фузаріозу в Індії, адже для створення стійких сортів нуту звичайного є важливим добір джерел саме в тих географічних зонах, де його вирощують [53].

На основі своїх досліджень Т. Согат виявив, що вищим є рівень стійкості нуту одночасно до п'яти відомих рас *Fusarium*, а до *A. rabiei* з шести; генотипів зі стійкістю до всіх рас одночасно поки що не виявлено і не створено [54]. Адже швидка еволюція рас *A. rabiei* зумовлює зробити такі висновки М. Türkkan та F. S. Dolar. Вони вважають, що створення стійких сортів нуту стримує недосконала техніка скринінгу фітопатогенів та відсутність стійкої зародкової плазми [55].

Досягнення наших вітчизняних вчених також не відстають в плані вивчення проблеми стійкості до хвороб. Так, в лабораторії генетичних ресурсів зернобобових та круп'яних культур Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва в 2006 році було виділено 10 джерел толерантності до аскохітозу [56].

А. М. Шевченком методом міжсорткової гібридизації з подальшим доббором на штучному інфекційному фоні було створено 6 сортів, які були внесені до Реєстру сортів рослин України. Особливо цінними за стійкістю до ураження патогенами та високими адаптивними якостями в екстремальних умовах виявились сорти Смачний, Добробут та Фагот [57].

На території України рослини нуту пошкоджуються дуже великою кількістю шкідників, які притаманні бобовим культурам, серед яких виділяються совки, вогнівки та нематоди. Пошкодження даними організмами негативно впливає на фітосанітарний та продуктивний стан посівів [58 – 60]. А також, що позитивно, нут не вражається брухусом, що значно зберігає посівні якості насіння [61]. На жаль, селекційних методів створення стійкості проти шкідників на даний момент немає. Тому доцільним є використання ряду пестицидних препаратів для збереження посівів нуту.

Одним із головних елементів утворення органічної речовини в процесі фотосинтезу є вода, а також вона є значною частиною сирої маси рослини. Вода безпосередньо бере участь в проходженні усіх фізіологічних і біохімічних процесів, що відбуваються в рослинах. Забезпечення рослин вологою залежить від запасів її в ґрунті, які визначаються кількістю опадів та здатністю ґрунту утримувати вологу [62, 63]. Нестача води в тканинах викликає сильне уповільнення фізіологічних та біохімічних процесів, що призводить до зменшення врожайності й погіршення якості насіння, а при критичній нестачі даного елемента спостерігається навіть загибель посівів. Вода потрібна рослинам як джерело хімічних елементів, що входять до складу органічних речовин, які вони синтезують. За літературними даними, листя містить близько 85- 90%, а коріння 70-80% води [64]. За останні роки внаслідок глобального потепління кількість атмосферних опадів значно підвищилася під час вегетації бобових та інших сільськогосподарських культур, але рівномірність надходження води істотно порушилася, адже вони несуть характер непродуктивних злив, (що в свою чергу не дає часу волозі

акумулюватися в ґрунті) та швидко стікають за межі полів і насаджень. Також підвищилася періодичність тривалих бездощових періодів, які мають тривалість від одного до двох місяців, що несе катастрофічний характер і викликає негативні наслідки для формування врожаю та зменшення економічних показників агровиробництва [65–66]. Завдяки дослідям науковців [67] встановлено, що кількість продуктивної вологи, що використовується посівом нуту та кількість води яка витрачається на формування одиниці врожаю може регулюватися у відповідних межах за допомогою агротехніки, густоти посіву, підбору сортів та інших факторів. Показники рівня врожаю в Південному Степу України визначаються саме запасами продуктивної вологи, яка була накопичена в осінньо-зимовий період, та літніми опадами. Також потрібно врахувати, що опади у вегетативний період рослин (квітень – серпень) не можуть забезпечити глибокого промочування ґрунту і переважно миттєво використовуються вегетуючими рослинами, або випаровуються під дією високих температур. Друга половина літа та осінній період в зоні Південного Степу України характеризуються високою температурою та відносно низькою вологістю повітря, що викликає часті повітряні посухи. Тому досить значна частина вологи витрачається ґрунтом на випаровування: серпневі опади – практично 100% на випаровування, вересневі – на 60-70%, жовтневі – на 25- 30% [68].

За посухостійкістю нут займає перше місце серед бобових культур, транспіраційний коефіцієнт даної культури становить 350, однак при внесенні добрив зменшується до 290, що набагато нижче в порівнянні з іншими бобовими культурами, такими як чина – 400, горох – 500. Осмотичний тиск клітинного соку рослин нуту досить високий – 17 атмосфер, що сприяє розвитку кореневої системи і транспортуванню води з великої глибини. І якщо порівнювати дану культуру з горохом, то в останнього цей показник на 7 атмосфер нижчий [69]. Також рослини нуту містять в клітинах значно меншу кількість вільної води і більше зв'язаної, що в свою чергу

суттєво знижує випаровування вологи з рослин в порівнянні з іншими бобовими культурами [70, 71]. Дана особливість цієї культури дає підстави вирощувати її в зонах з дефіцитом вологи, тому в основному нут вирощується на незрошуваних землях [72].

Нут потребує досить значну кількість вологи для набрякання насіння для отримання сходів, за різними літературними джерелами, необхідно 121-160% вологи відносно маси насіння [73, 72]. За результатами досліджень інших науковців, в середньому, для нуту потрібно 106% вологи від маси насіння [74]. Хоча нут теплолюбна, але разом з тим і холодостійка культура. Початок проростання насіння відзначається при температурі +3-5 °С, а сходи без пошкоджень витримують заморозки до -11 °С. В той же час, повільне пророщування насіння при тривалій прохолодній весні спричинює послаблення проростків, сприяє розвитку патогенної мікрофлори [75–77]. Групою вчених з різних країн виявлено вплив походження та кліматичних умов вирощування на проходження вегетації, часу цвітіння та досягання, що говорить про досить тісний зв'язок фенології рослин нуту з кліматичними умовами [78]. Аналогічну думку зазначають інші вчені, що за нестачі вологи у фазу наливу зерна нуту відбувається значне зниження рівня врожаю [79]. Але високий рівень наявності вологи у фазу стиглості відновлює вторинний ріст культури, що негативно впливає на технологічну частину вирощування та ускладнення процесу збирання [80–82].

За дослідженнями закордонних колег, вплив високих температур та недостатнього зволоження є досить негативним на продуктивність бобових культур в цілому [83–86].

Кучеренко Є.Ю., Петренкова В.П. провели дослідження по виявленню холодостійких генотипів сої, а саме було досліджено 36 сортотипів, з яких 6 виявилися холодостійкими та могли проростати при температурі +10 °С. Їх дослідження базувалися на дослідженнях та висновках інших вчених. За результатами їх досліджень ми можемо зробити висновки, що навіть у такої

теплолюбної культури як соя є генотипи, які стійкі до холоду [87–90].

Вчені Toker C, Canci H. та Yildirim T. стверджують, що введення в селекційну програму дикорослих форм нуту досить позитивно впливає на стійкість рослин в умовах недостатнього зволоження [91, 92].

Вчений Berger J. з колективом дослідили вплив фотоперіодичності нуту на адаптивні здатності рослини [93]. Взявши за основу працю Kumar J. та Abbo S., про вплив часу цвітіння на продуктивність у посушливих регіонах [94], вони доводять, що різна фотоперіодичність генотипів нуту є механізмом захисту від термічного стресу в період вегетації.

Вчені Vadez V. з колективом у своїй науковій праці доводять вплив збільшення глибини забору ґрунтової вологи кореневою масою нуту для уникнення термічного стресу та підвищення продуктивності і стверджують, що селекція на пришвидшення розвитку кореневої маси та глибини проникнення в ґрунт має позитивний характер як для стійкості, так і продуктивності культури нуту [95].

1.3 Дослідження питання холодостійкості на прикладі інших біологічних об'єктів

Температура є одним з найбільш значимих лімітуючих факторів, що впливає та визначає поширення і продуктивність рослин. Рослини належать до пойкилотермних організмів, температура тіла яких в результаті енергообміну з навколишнім середовищем дещо відрізняється від температури повітря. В ході еволюції у рослин сформувалися різноманітні механізми адаптації до змін температури існування. Проте за впливу екстремальних температур виникає явне порушення фізіологічних функцій. Значимість проблеми холодо- і морозостійкості рослин зумовлена тим, що на 64% території суші рослини зазнають згубної дії низьких температур, при цьому зменшуючи продуктивність сільськогосподарського сектору [96].

Актуальність проблеми зумовлена тим, що процеси глобальних змін клімату, які зумовлені антропогенними чинниками та загальним потеплінням, супроводжуються посиленням нестабільності погодно-кліматичних умов, у тому числі різкими перепадами температур за відносно короткі відрізки часу. Тому на думку вчених озимі і зимуючі культури високо затребувані в посушливих південних регіонах, коли дефіцит води в ґрунті в літній період часто не дозволяє рослинам сформувати достатній урожай насіння. І тільки підзимнє висівання морозостійких і зимостійких сортів цих культур дозволяють отримати вищий (за рахунок використання осінньо-зимових запасів вологи в ґрунті) і ранній урожай до настання літніх посух [97; 98; 99; 100; 101; 102]. Створення генотипів ярих культур з високою стійкістю до весняних різких знижень температури також є досить актуальним в науковій спільноті [103; 104; 105; 106; 107]. Адже як відомо з літературних джерел, рослини, які здатні до ранніх посівів та підзимньої технології вирощування, значно краще забезпечені вологою та спроможні формувати великий врожай [108, 109, 110].

За реакцією на температуру рослини поділяють на такі групи [111]:

- теплолюбні – види, чутливі до температур вище 0°C;
- ніжні – види, чутливі до заморозків близько 0°C;
- слабо стійкі – види, здатні розвивати деяку стійкість до заморозків; виживання обмежене температурами близько — 5°C;
- помірно стійкі – виживання обмежене температурами від - 5 до - 10°C;
- дуже стійкі – здатні витримувати дію температури до - 20°C і значне зневоднення, пов'язане з утворенням льоду;
- особливо стійкі – здатні підтримувати воду у рідкому переохолодженому стані.

В ході еволюції більше половини існуючих на Землі видів рослин ростуть в тропіках і субтропіках, тому не змогли набути здатності

поротистояти низьким позитивним температурам. Основна частина цих видів досить різко реагує на такі умови і пошкоджується за температур вищих від точки замерзання тканин, але нижчих від $+15^{\circ}\text{C}$ (низьких позитивних).

Саме здатність рослини, що перебуває в стані активної вегетації, витримувати дію низьких позитивних температур називають холодостійкістю. Але навіть холодостійкі рослини можуть загинути після утворення льодяних кристалів у клітинах та тканинах.

Рослини, які характеризуються як теплолюбиві, виявляють чутливість до зниження температур і пошкоджуються при витримуванні низьких температур довше деякого обмеженого часу, після тривалої дії даного чинника проявляються зовнішні симптоми ураження і відбувається загибель організму [112]. За спостереженнями дослідників, навіть незначне зниження температур, що не викликає явних зовнішніх проявів та пошкоджень, може спричинити негативний вплив, який характеризується падінням продуктивності до 50% [113].

Проблема стійкості рослин до низьких позитивних температур, що часто діють на рослини у весняний та осінній періоди, актуальна для рослинництва на всій території України, включаючи південь.

Внаслідок дії гіпотермії уповільнюється проростання насіння і знижується його схожість. Насіння теплолюбних рослин не проростає за температур, нижчих від $10\text{--}15^{\circ}\text{C}$. За даним параметром вони поділяються на дві групи [114]. Насіння першої групи не ушкоджується під час набубнявіння за знижених температур і з підвищенням температури нормально проростає, але при ініціації росту кореня відбувається низькотемпературне пошкодження, симптоми якого – недорозвинутість кінчика кореня, некроз тканини за кінчиком. Представниками цієї групи рослин є чимало теплолюбних пасльонових і гарбузові.

Друга група характеризується такими рослинами, насіння яких особливо чутливе до зниженої температури в період набубнявіння: квасоля,

боби, соя, нут, кукурудза, бавовник. Зниження температури під час проростання призводить до уповільнення росту проростків, його наслідки позначаються на обсязі урожаю і його якості. Вплив низьких температур упродовж вегетації також позначається на рості теплолюбних рослин, що призводить до значного зниження їх продуктивності. Дія знижених температур в період проростання насіння і початкових фаз вегетації виявляється у подовженні вегетаційного періоду і зниженні основних елементів продуктивності.

Деякі з теплолюбних сільськогосподарських культур, поширених у регіонах з помірним кліматом, вже добре вивчені щодо холодостійкості, наприклад, картопля (*Solanum tuberosum* L.) – вид рослин родини пасльонових, досить розповсюджена сільськогосподарська культура, яку в народі називають «другим хлібом»; одна з найважливіших продовольчих, технічних і кормових культур. Картопля – однорічна в культурі та багаторічна в дикому стані трав'яниста рослина родини пасльонових [115–117]. Дана культура досить детально вивчена в плані стійкості до низьких позитивних температур, хоча і належить до групи теплолюбних рослин.

У природі широко поширені короткі тимчасові падіння температур в добовому циклі, які відповідно до одного з сценаріїв зміни клімату будуть значно підсилюватися, особливо в ранньовесняний період [118]. Поряд з цим короткі тимчасові зниження температури широко використовуються в сучасному рослинництві як один з прийомів вирощування компактних рослин [119]. Вони впливають на біологічну продуктивність і швидкість розвитку рослин, а також сприяють збільшенню їх холодостійкості [120]. Причому механізми формування стійкості при постійних і короткочасних низькотемпературних впливах є індивідуальними для кожного генотипу [121]. Відомо, що важливу роль у механізмах підвищення стійкості рослин до дії несприятливих температур грають гени холодового шоку, зокрема COR гени, які кодують білки, що можуть контролювати в рослинному організмі

біологічні та фізіологічні зміни, необхідні для зростання і розвитку при низьких температурах [122–124]. В даний час активно вивчається експресія COR генів при дії постійною низькою позитивною температурою [125–127]. Вченими виявлено, що наявність гена *ci7* в рослинах, характеризувалася наявністю двох пулів цукрів, що беруть участь як в формуванні стійкості, так і в активації метаболізму, що і забезпечувало знаходження таких рослин в стані підвищеної функціональної активності і високого рівня холодостійкості. Саме це грає велику роль при адаптації рослин до умов нестабільного добового температурного режиму в період активної вегетації, будучи однією зі складових онтогенезу рослин в нормі [128].

Впливу низьких позитивних і негативних температур, що викликають стресовий стан, піддаються дикі і культурні рослини, поширені в погодно-кліматичних умовах з відповідним зимовим періодом. Існує як природно-екологічний, так і сільськогосподарський аспекти цієї важливої проблеми. У першому випадку від здатності рослин адаптуватися до гіпотермії залежить ареал їх поширення та забезпечення земної атмосфери киснем. У зв'язку з цим досить актуальні зусилля спрямовані на розуміння сутності явища низькотемпературного стресу і адаптації рослин, в ході якої підвищуються їх холодо- і морозостійкість. У стані стресу в рослинах збільшується вміст активних форм кисню (АФК). при інфікуванні АФК є засобом боротьби з мікроорганізмами, що супроводжується некротизацією рослинної тканини. Зі зниженням температури розвиток мікроорганізмів сповільнюється і в стані низькотемпературного стресу на перший план виступає шкідлива дія АФК на рослинну тканину, які при замерзанні підсилюють негативні наслідки зневоднення клітин і утворення льоду в міжклітинниках. У природних умовах, як правило, спостерігається повільне заморожування, з утворенням льоду в міжклітинниках рослин. Воно викликає зневоднення протопласта і механічне пошкодження клітин. Зневоднення викликає збільшення концентрації електролітів в протопласті, призводить до денатурації білків,

порушення функцій мембран і клітинних органел. одночасно посилюється окислення сульфгідрильних груп в білках, що змінює їх функціональні властивості. Таким чином, зневоднення клітин є причиною, що викликає зміни в структурі і властивостях життєво важливих з'єднань і всередині клітинних утворень [129–132].

Холодостійкість рослин значною мірою пов'язана з переважанням в молекулах фосфоліпідів ненасичених жирних кислот, що володіють низькою температурою плавлення, завдяки чому цитоплазматичні мембрани навіть при сильному охолодженні не застигають і зберігають досить високу проникність для води і розчинених речовин [133].

Одною з найважливіших білкових культур світового землеробства є соя. Це одна з найдавніших культурних рослин. Соя, як і всі зернобобові, – цінна культура у сівозміні. Повертати її на те ж поле рекомендується не раніше, ніж через два роки, хоча і повторні посіви вона витримує без значного зниження врожайності. Це світло- та теплолюбна рослина, яка погано переносить затінення. Мінімальна температура проростання насіння сої – 7°C , оптимальна – $15\text{--}20^{\circ}\text{C}$. Сходи витримують короточасні заморозки до 3°C , але такі зниження температури у фазу трьох справжніх листків є критичними і можуть призвести до загибелі рослин [134]. За даними досліджень закордонних вчених, одне з основних вимог до сортів сої, призначених для вирощування при ранніх термінах посіву, полягає в підвищеній активності метаболізму на стадії проростання насіння при знижених позитивних ($5\text{--}6^{\circ}\text{C}$) температурах ґрунту, що забезпечує ранні сходи і стійкість загартованих рослин на початкових етапах онтогенезу (сходи - перший трійчастий лист) до короточасних заморозків з температурами не менше -3°C [135, 136].

Вченими було досліджено припущення, що трансгенні та нетрансформовані що знаходяться поза умов стресу рослини ріпаку, які містять трансгени OsMyb, будуть по-різному відповідати на дію низьких позитивних температур [137]. Вони вимірювали вміст розчинних цукрів і

проліну, про які відомо, що їх акумуляція в рослинних тканинах рослин підвищує стресостійкість рослин [138–142], ферментів антиоксидантної системи - супероксиддисмутази (СОД) і пероксидази, а також вимірювали кількість малонового діальдегіду (МДА), що утворюється при окисленні ліпідів клітинних мембран під дією холоду.

Hurry et al. і Nam et al. [143, 144] припускають, що, на відміну від теплолюбних рослин, для яких протидія окислювальному стресу пов'язана з підвищеною активністю антиоксидантних ферментів, в типових представників холодостійких рослин - ріпаку та капусти, акцент зміщується в бік низькомолекулярних речовин на тлі стабілізації активності СОД.

Також, на думку вчених, потрібно враховувати дію проліну на процес стійкості до низьких температур. Пролін, як відомо, накопичується у вищих рослинах у відповідь на екологічні стреси і, граючи роль осмоліта, служить також для стабілізації мембран, білків і т. д., що в свою чергу допомагає рослинам пережити дію стресового фактору [145–148].

Висновки до розділу 1

За результатами проведеного аналізу літературних джерел, можна зробити такі висновки :

1. Хоча нут є однією із старовинних культур, які вирощуються людиною, він має вузьку генетичну мінливість. Його генетичне різноманіття порівняно з іншими культурами значно зменшене.

2. Активними зусиллями вітчизняних та закордонних вчених за останні роки завдяки новим методам селекції була створена досить значна кількість генотипів, які мають високу сільськогосподарську та селекційну цінність.

3. Створення та впровадження нових, сучасних сортів нуту звичайного з високою продуктивністю та пристосованістю до ґрунтово-кліматичних умов вирощування є одним із головних напрямків селекції даної культури.

4. Питання вивчення холодостійкості нуту звичайного недостатньо досліджене як закордонними, так і вітчизняними вченими.

5. Селекція на холодостійкість включає в себе комплекс питань, які потрібно вирішити. Адже в цю систему входять: 1). стійкість до хвороботворних патогенів; 2). інтенсивне проростання при низьких позитивних температурах; 3). збалансоване водопоглинання насіння при низьких позитивних температурах.

6. Основну роль в стійкості рослин до дії низьких позитивних температур грає комплекс біохімічних речовин, які нівелюють шкодочинний ефект температури на організм рослини.

7. На думку вчених є декілька різних підходів до створення холодостійких форм теплолюбних рослин. До цих методів відносять: пошук ранньостиглих форм, методи генної інженерії, загартування насіння перед висівом та інші.

Результати досліджень по даному розділу висвітлені в наукових працях:

1. **Очкала О.С.,** Лаврова Г.Д. Роль природного імунітету нуту звичайного при проростанні за низьких позитивних температур. *Сучасні проблеми генетики, біотехнології і біохімії сільськогосподарських рослин: тези доповідей Міжнародної наукової конференції (21 жовтня 2020р., СГІ – НЦНС, Одеса, Україна):* Одеса: СГІ – НЦНС. 2020. С.112-113.

2. Бушулян О.В., Очкала О.С. Вихідний матеріал нуту звичайного (*Cicer arietinum* L.) з високим темпом проростання за низьких позитивних температур. *International research and practice conference: Modern methodologies, innovations and operational experience in the field of biological science (December 27-28, 2017).* Lublin, Poland. 2017. P.3

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Ґрунтово-кліматичні та погодні умови проведення досліду

Поля Селекційно-генетичного інституту – НЦНС розміщені в центральній частині Одеської області. Ґрунтовий покрив дослідних полів однорідний та представлений південними середньогумусними важкосуглинистими чорноземами з вмістом гумусу в орному шарі 3,5-4,1%. Реакція ґрунтового розчину нейтральна ($\text{pH}=6,1$) гідролітична кислотність – 3,29 мг/екв. на 100 г ґрунту, сума поглинутих основ – 37,8 мг/екв. на 100 г ґрунту [149].

Клімат помірно-теплий, формується головним чином під впливом атлантичних і середземноморських повітряних мас. Середньорічна температура повітря складає $+9,6^{\circ}\text{C}$, сума ефективних температур – 3300°C , середньобаторічна сума опадів – 430 мм. Зима м'яка та коротка. Найхолодніший місяць – січень, з середньобаторічною температурою повітря -2°C . Весна рання, перехід температури через $+5^{\circ}\text{C}$ приходить на другу-третю декаду березня. Літо жарке та тривале, часто спостерігаються суховії. Внаслідок високих температур та пониженої відносної вологості повітря ґрунт у літній період втрачає багато вологи.

Досліди в польових умовах проводилися в період 2018-2021 року .

Цей період визначався не стабільними гідротермічними характеристиками і кожен рік мав свої унікальні абіотичні чинники які впливали на вегетацію рослин. Так 2018 рік відзначився сніговим покривом на весь березень, а у 2020 році ми спостерігали відсутність значних опадів з березня по травень, що досить негативно позначилося на початку вегетації рослин та проходження посівної кампанії. Було підраховано гідротермічний коефіцієнт кожного місяця вегетації росли за методикою Селянінова [150]. Адже даний показник чітко відображає наявність посухи, як за місяць так і

за сезон вирощування культури. Всі роки досліджень об'єднувало лише наявність помірної посухи в той чи інший період року (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Метеорологічні умови за період вегетації нуту в 2018-2021 рр.

Показник	Рік	Місяць					Сума
		Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	
Сума опадів, мм	2018	80,0	0,6	25,0	23,0	70,0	198,0
	2019	6,5	23,5	13,3	82,0	18,0	206,3
	2020	16,0	1,1	56,5	60,0	63,0	201,6
	2021	26,0	36,0	34,0	86,0	77,0	260,0
	СБН	20,0	27,0	35,0	55,0	46,0	227
Температура повітря, °С	2018	+1,5	+13,2	+19,4	+22,9	+24,2	3459,1
	2019	+6,7	+9,8	+16,6	+24,8	+23,3	3137,9
	2020	+8,0	+10,7	+14,7	+21,8	+24,5	3120,6
	2021	+4,3	+9,1	+15,6	+20,6	+25,3	3137,7
	СБН	+2,0	+8,5	+15,3	+19,6	+22,5	2762,4
Відносна вологість повітря, %	2018	89	74	75	72	76	77,2
	2019	65	71	80	60	57	65,2
	2020	72	61	75	77	67	70,4
	2021	80	79	78	80	73	78,0
	СБН	80	82	78	62	67	72,3
Гідротемічний коефіцієнт	2018	-	0,01	0,42	0,33	0,93	0,57
	2019	-	-	0,25	1,1	0,24	0,59
	2020	-	0,03	1,2	0,97	0,82	0,65
	2021	-	-	0,7	1,3	0,98	0,81

Примітка: СБН – середня багаторічна норма по Одеському регіону.

Зима 2017-2018 рр. характеризувалися помірними температурними показниками, з температурними перепадами від -11 до +10 °С та випадінням кількості опадів більше ніж в 4 рази від середньої багаторічної норми. Весна виявилася пізньою, в березні спостерігався сніжний покрив до 10 см. З початком квітня почалася посуха, яка характеризувалася зменшенням кількості опадів від середньої багаторічної норми в два рази. Лише в липні відбулося закінчення посушливого періоду випадінням опадів майже в два рази більшою від середньої багаторічної норми. В другій декаді липня спостерігали дощову погоду, яка негативно впливала на проходження збиральної кампанії, адже потрібно було чекати просихання насіння до

оптимальної вологості. Гідротермічний коефіцієнт в період вегетації нуту становив 0,57, що за гідротермічним коефіцієнтом Селянінова характеризується як сильна посуха. А кількість опадів за даний період становила 87,22% від норми, що є не суттєвим відхиленням (додаток Б1).

Зима 2018-2019 рр. характеризувалася помірними температурними показниками, без великих перепадів і вкрай низьких показників. Весна виявилася ранньою, але прохолодною з невеликою кількістю опадів у вигляді дощу та снігу. З останніх чисел травня по кінець першої декади червня утримувалась дощова погода, спостерігали випадіння більш ніж 2-х місячної кількості опадів при наявності високих температур та високої відносної вологості повітря. Це призвело до інтенсивного розвитку хвороб культури. Після, починаючи з другої декади липня до збирання нуту спостерігали посушливий та спекотний період.

У 2019 році під час вегетації нуту спостерігали недостатнє зволоження, що близько до гострої посухи. А з причини частих посух у літній період минулого року, запаси ґрунтової вологи не перевищували середні багаторічні показники. Весна настала рано, але з невеликими позитивними температурами і опадами менше багаторічної норми. Березень, квітень та травень характеризувались температурою повітря вище багаторічної норми на 1,2 — 4,4 °C та опадами менше багаторічної норми майже в 2 рази. У першій декаді червня випало 73,0 мм опадів – це більше місячної норми. Температура повітря, особливо у 2 та 3 декадах виявилася аномально спекотною майже на 5 °C (додаток Б2).

Стрімке потепління на початку квітня при сильному південному вітрі з низькими показниками відносної вологості спричинили утворенню міцної ґрунтової кірки. Такі умови не сприяли проведенню якісного передпосівного обробітку, а суховії спричинили швидку втрату запасів вологи на глибині загортання насіння.

Сівбу проводили 10 квітня із максимальним загортанням насіння на 10-

11 см, однак цього виявилось недостатньо для отримання високої польової схожості. Сходи отримали на 7-10 день нерівномірні. Суттєві опади випали у другій декаді квітня (20 мм), що спричинило через деякий час отримання додаткових сходів нуту і призвело до строкатості рослин за темпами розвитку.

Упродовж наступних 40 днів спостерігали майже бездошову погоду із суховіями та підвищеною температурою повітря на 1,5 °С, тільки на початку червня мали місце опади зливогого характеру, які у 3 рази перевищили місячну норму.

Зима 2019-2020 року була помірно теплою, без різких перепадів температури. Весна і літо були дуже сухими і жаркими. Опадів було мало, тільки у червні їх кількість перевищила середню багаторічну норму. Травень був прохолодним, з незначними опадами у перших двох декадах. Дощі почалися лише у третій декаді місяця. Як результат, сходи нуту були нерівномірними, розтягнутими у часі, частина сходів загинула від нестачі вологи. Велика кількість опадів у червні поряд з високою температурою повітря сприяли бурхливому росту рослин, почалась друга хвиля цвітіння, проте через жорстку посуху, що почалась у другій декаді липня, насіння другої хвилі сформувалося недостатньо виповненим, що призвело до зниження урожайності культури (додаток Б3).

Зима 2020-2021 року була помірною з середньою температурою +2,4 °С, сума зимових опадів складала 155 мм, що досить добре для Одеського регіону. Весна 2021 року була пізньою, хоча вдень трималася плюсова температура, а ввечері та вночі стовпчик термометра показував мінусову температуру. Лише в кінці квітня - на початку травня відбулося значне підвищення температури, що дало змогу зробити основні посіви нуту. За вологозабезпеченням 2021 рік досить позитивно відзначився, в кожному місяці вегетації відбувалися дощі, а в червні та липні спостерігалися зливи. І хоча наявність вологи є позитивним для вегетації рослин, надмірне

надходження сприяло розвитку фітопатогенів, що досить негативно впливало у період цвітіння та зав'язування бобів. Але навіть при такій кількості опадів, за гідротермічним коефіцієнтом Селянінова спостерігалася слабка посуха ($ГТК=0,81$). Також спостерігалось зниження темпів росту рослин, за нашими даними, рослини нуту відставали в розвитку десь на 2 тижні вегетації в порівнянні з минулими роками (додаток Б4).

2.2 Методика проведення досліджень

Дослідження проводилися протягом 2018–2021 рр. у відділі селекції, генетики та насінництва бобових культур Селекційно-генетичного інституту – Національного центру насіннєзнавства та сортовивчення (СГІ – НЦНС), а саме на полях Експериментальної бази “Дачна” з використанням методик, прийомів та методів, загальноприйнятих для селекції нуту звичайного.

В якості стандарту для визначення продуктивності використовували сорт Буджак, який був національним стандартом, а для порівняння за ознакою холодостійкості використовувався сорт Ярина. Обидва сорти занесені до Державного реєстру сортів рослин України.

В період досліджень на дослідних ділянках був застосований поверхневий обробіток ґрунту, який складався з одного дискування дисковим агрегатом УДА-3,5, передпосівною культивацією за участю агрегата КПС-4 та коткування.

Сівба зразків здійснювався вручну. Кожен з номерів висівався в три рядки довжиною в 1 м, в трьох повтореннях. Висівалися зразки, які досліджувалися на потенційність бути джерелами ознаки холодостійкості, а також для дослідження впливу температури повітря на структурні елементи врожайності. Запліднення відбувалося на материнській рослині.

Гібридизація здійснювалася в умовах колекційного та контрольного розсадника. Схрещування відбувалося між двома рослинами, з яких одна є

материнською, а друга — чоловічою. Батьківські форми підбиралися за участю маркерних ознак, таких як колір насінневої оболонки, антоціанове забарвлення листя, колір квітки та форма насінини. На жаль, через невеликий розмір квітки проведення кастрації неможливе без пошкодження генеративних жіночих органів, тому методика проведення гібридизації нуту звичайного базується на використанні різного часу досягання генеративних органів рослини. В рослин нуту є біологічна особливість, при якій маточка швидше досягає, ніж тичинки (гетеростилія). Тому під час гібридизації особливо важливо встигнути провести схрещування в цій фазі квітки. Потім насіння F1 наступного року висівали в рядки, в кожен рядок по одній комбінації. Під час обмолоту F2 використовували індивідуальну молотарку для кожної рослини, для уникнення змішування насіннєвого матеріалу. Починаючи з F3 проводили жорсткий відбір вихідного матеріалу (метод педігрі), для отримання кращих елітних рослин та родин.

Селекційний розсадник закладали з використанням касетної сівалки на базі трактора Т-16. Довжина рядка складала 1,5 м. Кращі номери, відібрані в селекційному розсаднику, які перевищили батьківські форми та стандарт за господарсько - біологічними показниками, будували спрямовані до посіву у контрольному розсаднику.

У лабораторних умовах відділу стійкості до абіотичних факторів рослин СГІ-НЦНС проводилися дослідження проростання рослин нуту за температури +4 °С. Дослід було удосконалено з використанням методики «холодне пророщування насіння» [152], яка була взята для дослідження холодостійкості сої науковцями Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва (Харків) [87]. Суть цієї методики полягає в тому, що вона дозволяє оцінити холодостійкість рослин нуту на первинних етапах проростання. Проведення дослідів ділиться на дві фази – підготовчу та експериментальну, а саме: при першому етапі підготовки відібрані зразки промивали і висушували, на другому – протруювали фунгіцидним протруйником і висушували. Під час

цього готуємо палетки для посіву, заповнюємо осередки на половину вермікулітом і ставимо в ємкість з водою, для насичення вологою ґрунту. Після підсихання насіння починається перший етап експериментальної частини – сівба номерів в підготовлені палетки в кількості одна насінина в осередок. Потім їх присипали вермікулітом зверху, заповнюючи осередок повністю (додаток В). На другому етапі палетки з дослідними зразками помістили в термостат з можливістю пониження температури на тиждень при температурному режимі +4 градусів за Цельсієм. Контрольна палетка залишалася при кімнатній температурі +25 градусів за Цельсієм. Після проходження 7 днів дослідні зразки виймали з термостату, під час цього знімали показники для виявлення генотипів, стійких до низьких позитивних температур (додаток Г). Отримані дані порівнювали з даними, які отримані на контролі. Основні відмінності від вищезгаданої методики полягали в тому що використовувався вермікулітний субстрат в якості середовища для проростання насіння, а також більш нижчі показники температури які притаманні для культури нуту звичайного.

Вміст білку у зразку визначали за методикою К'ельдаля [153]. у відділі біохімії рослин Селекційно-генетичного інституту – Національного центру насіннєзнавства та сортовивчення. Метод визначення вмісту флавоноїдів засновується на реакції комплексоутворення ізофлавонів з хлоридом алюмінію[154].

Використовували обладнання:

- спектрофотометр;
- аналітичні ваги;
- 70%-й етанол.

Готували реактиви:

- 2%-й розчин хлориду алюмінію у 95%-му етиловому спирті: 2 г алюмінію хлориду розчиняли у 50 мл 95% етилового спирту у мірній колбі ємністю 100 мл, об'єм розчину доводили тим же розчинником до

позначки та перемішували.

- розчин рутину: 0,005 г рутину, попередньо висушеного при температурі 130-135°C протягом 3 год, розчиняли у 85 мл 85% спирту етилового у мірній колбі ємністю 100 мл при нагріванні на водяній бані, охолоджували, кількісно переносили у мірну колбу ємністю 100 мл, доводили об'єм розчину спиртом до позначки.

Хід аналізу

Флавоноїди екстрагували 70 % етанолом при співвідношенні наважки та екстрагенту 1:10. Екстракцію проводили на протязі 60 хвилин на водяній бані при 80°C. В мірну колбу ємністю 25 мл переносили 1 мл екстракту, 1 мл розчину алюмінію хлориду у 95% спирті етиловому і доводили об'єм розчину 95% спиртом етиловим до позначки. Через 40 хв вимірювали оптичну густину розчину на спектрофотометрі при довжині хвилі 420 нм. В якості розчину порівняння використовували розчин, який складався з 1 мл екстракту, 1 краплі кислоти оцтової розведеної і доведений 95% спиртом етиловим до позначки у мірній колбі ємністю 25 мл. Паралельно вимірювали абсорбцію розчину достовірного зразка рутину, який готували аналогічно розчину, що досліджувався .

Вміст суми флавоноїдів у перерахунку на рутин і абсолютно суху речовину у відсотках (X) обчислювали за формулою 1.1 :

$$X = (A * m_0) * (1000000 \div A_0) * (m * 100 * (100 - W)), \quad (1.1)$$

де A – абсорбція розчину, що досліджувався, нм;

A_0 – абсорбція розчину рутину, нм;

m – маса сировини, г;

m_0 – маса рутину, г;

W – втрата у масі при висушуванні сировини, %.

Сутність методу **визначення вмісту хлорофілу а, в, каротиноїдів** в зерні та зеленій масі [155] полягає у вимірюванні оптичної щільності витяжки хлорофілів та каротиноїдів на спектрофотометрі при довжині хвилі,

що відповідає максимуму поглинання хлорофілів та каротиноїдів з наступним підрахунком концентрації цих сполук за формулою Ветцтейна та Хольма для 100%-го ацетону [156].

Реактиви та обладнання:

- ацетон;
- вуглекислий кальцій або магній;
- скляний пісок;
- спектрофотометр з довжиною хвилі від 200 до 800 нм

Хід проведення аналізу: Наважку борошна або зеленої маси масою 2,5 г розтирали у скляній ступці з невеликою кількістю ацетону та піску у присутності вуглекислого кальцію. Розтерту масу переносили на скляний фільтр №3 або воронку Бюхнера та фільтрували у колбу, що поєднана з водоструминним насосом. Витяг каротиноїдів проводили невеликими порціями ацетону до знебарвлення фільтрату. Об'єм профільтрованого екстракту вимірювали у мірному циліндрі. Потім екстракти так розбавляли ацетоном, щоб при вимірюванні на спектрофотометрі величина оптичної щільності розбавлених розчинів знаходилася в межах від 0,1 до 0,8. Потім розраховували концентрацію альфа- та бета- хлорофілу, та їх загальний вміст в зеленій масі рослини за формулами 1.2, 1.3, 1.4. А концентрація каротиноїдів розраховується за формулою 1.5.

$$C_a = (9,784 * D_{622}) - (0,99 * D_{644}) ; \quad (1.2)$$

$$C_b = (21,426 * D_{644}) - (4,650 * D_{622}); \quad (1.3)$$

$$C_a + C_b = (5,134 * D_{662}) + (20,436 * D_{644}); \quad (1.4)$$

$$C_{\text{кар}} = (4,695 * D_{44062}) - (0,268(C_a + C_b)); \quad (1.5)$$

де C_a – концентрація хлорофілу а, мг/л;

C_b – концентрація хлорофілу b, мг/л;

$C_{\text{кар}}$ – концентрація каротиноїдів, мг/л.

Розрахунок концентрації пігментів (мг/100 г) проводять за формулою

1.6:

$$X = C * V * V_2 * 100 * H * V_1 * 1000, \text{ де} \quad (1.6)$$

C – концентрація пігментів, мг/л; V – об’єм вихідної витяжки, мл; V_1 – об’єм вихідної витяжки, яку взяли для розбавлення, мл; V_2 – об’єм розбавленої витяжки, мл; H – маса наважки.

Вміст цукрів визначали антроновим методом [157]

Згідно з цим методом відбирали у пробірку 20 мг наважки, додавали 1 мл 0,2% Na_2SO_4 і 3 мл спирту (ректифікату) та витримували суміш на протязі ночі. Зразки центрифугували при 5000 об / хв протягом 15 хвилин при 4 °С. 0,5 мл супернатанту брали як аликвоту для аналізу, додавали в неї 2,5 мл антронового реагенту. Суміш нагрівали протягом 6 хвилин на киплячій водяній бані. Після нагрівання її швидко охолоджували, а зелений – темно-зелений колір зчитували при 630 нм у спектрофотометрі UV-VIS UVmini-1240 (Shimadzu).

Активність протеолітичних ферментів визначали за гідролізом 2%-ного казеїну (рН 6,0). Активність нейтральної протеїнази виражали в нанокаталах на 1 кг ліофільно висушеної маси дослідного матеріалу. За 1 нанокатал приймали кількість ензиму, що каталізує утворення 1 наномоля тирозину за 1 с інкубації.

Структурний аналіз врожаю проводився за методом відбору снопових зразків [158]. Визначення фізичних показників зерна – маси 1000 зерен — за ГОСТ 12042-80 [159].

Математичну обробку та аналіз польових та лабораторних досліджень проводили методом статистичного, дисперсійного та кореляційного аналізу з використанням комп’ютерних програми ПІК “Agrostat” та “Anova”, MS Office Excel [160].

Оцінка та класифікація за господарськими та фенологічними ознаками рослин нуту здійснювалася за “Уніфікованим класифікатором роду *Cicer* L.” виданий Інститутом рослинництва ім. В.Я. Юр’єва НААН [161].

Результати опрацьовували за багатофакторною схемою кореляційного та дисперсійного аналізу за загальноприйнятими методиками [162]

2.3 Матеріали для проведення досліджень

Для дослідження та аналізу ми використовували 22 генотипи вітчизняного та закордонного походження та 10 ліній, які були надані Національним центром генетичних ресурсів рослин України (НЦГРУ, м. Харків): сорти Розанна, Антей, Пам'ять, Тріумф, Одисей, Буджак, Скарб, Александрит, Пегас, Ярина, Адмірал, КСІ 12/16, КСІ 16/16 (СПІНЦНС), Красноградський 213 (Красноградська ДС, Україна), Орнамент, Тарас Бульба (Луганська ДС, Україна), Краснокутський 123, Заволзький (Краснокутська ДС, Російська Федерація), Азкан, Чанарит (Туреччина), Espasola (Іспанія), Йордан (Ізраїль). За період 2018 – 2020 рр. вказані генотипи були висіяні у польовому розсаднику експериментальної бази «Дачна» СГІ-НЦНС в триразовій повторності, з міжряддям 45 см. в ділянки по 5 метрів кожна. А також лінії udo500833, udo500826, udo500820, udo500811, udo500808, udo500799, udo500802, udo500835, udo500798, udo500809 (НЦГРУ). Потім до досліджень приєдналися лінії, які створені під час виконання досліджень, а саме: 5030/20, 5033/20, 5150/20, 5360/20, 5362/20, 5381/20, 5382/20, 5383/20, 5384/20, 5387/20.

У 2018 – 2020 роках було проведено детальний аналіз генотипів за наявністю ознаки стійкості до низьких позитивних температур. Результати пошуків та досліджень освітлені в послідуючих розділах даної наукової праці.

У 2019 році в селекційному розсаднику була проведена гібридизація продуктивних сортів нуту з потенційними джерелами стійкості до низьких позитивних температур за такою схемою:

Антей x Красноградський 213, Красноградський 213 x Антей;

Александрит x Пегас, Пегас x Александрит;

Красноградський 213 x Пегас, Пегас x Красноградський 213.

Після отримання першого покоління гібридів даних комбінацій в подальшому, для отримання рослин другого покоління, отримані гібридні комбінації F_1 вирощували у зимовий період у світлій камері. (Додаток Д). Була спроба використання мікроклонального розмноження (Додаток Ж). Посіви ж 2020 року підпали під несприятливі чинники, які досить негативно вплинули на продуктивність не тільки загального посіву, а і на розсадники F_1 . Через малу кількість насіннєвого матеріалу було прийнято рішення про включення до роботи ліній, які були отримані шляхом попередніх схрещувань (табл. 2.2) за участі здобувача.

Таблиця 2.2

Родоводи перспективних селекційних ліній нуту

Родовід	Лінії
Кол.20 × Ярина	5030, 5033, 5150
Ярина × Тарас Бульба	5360, 5362
Кол.242 × Ярина	5381, 5382, 5383, 5384, 5387

За стандарт було прийнято адаптивний сорт нуту Ярина, як джерело стійкості до низьких позитивних температур та який характеризується високою стійкістю до хвороб в польових умовах, має коричневий колір насіннєвої оболонки, володіє холодостійкістю. В якості інших батьківських форм були вибрані: Колекційний зразок №20, який характеризується рудим кольором насіннєвої оболонки та високим рівнем продуктивності; Колекційний зразок 242, який має світлий колір насіннєвої оболонки, великий розмір насінини та високу продуктивність; сорт Тарас Бульба, що характеризується досить високими показниками продуктивності.

У 2021 році паралельно проводилася робота над схрещуваннями з метою отримання гібридних комбінацій, які будуть характеризуватись високою продуктивністю та стійкістю до низьких позитивних температур за такою схемою:

Чанарит х Ярина, Ярина х Чанарит;

Алесандрит х Скарб, Скарб х Александрит;

Ярина х Скарб, Скарб х Ярина.

Через дію несприятливих чинників в період цвітіння зав'язування бобів при схрещуванні було досить низьким. Коефіцієнт зав'язування у 2021 році становив лише 15% від кількості перезапилених квіток. Одержане гібридне насіння буде висіяне наступного року для продовження досліджень.

Висновки до розділу 2

1. Досліди за тематикою дисертації проводилися на дослідних полях Селекційно-генетичного інституту – Національного центру насіннєзнавства та сортовивчення за загальноприйнятими методиками для селекції нуту звичайного.

2. Клімат Одеської області є досить посушливим, регіон досліджень знаходиться в зоні ризикованого землеробства. А умови 2018 – 2021 роках чітко вказують на наявність посухи та її вплив на вирощування сільськогосподарських культур.

3. Метеорологічні умови у роки проведення досліджень наведені в додатках Б1, Б2, Б3, Б4.

4. Досліджувана колекція налічувала 32 життєздатних зразки різного походження (Україна, Російська Федерація, Іспанія, Ізраїль, Туреччина).

5. Недосконалість методики схрещування та несприятливі погодні умови досить негативно вплинули на процес гібридизації нуту, та значно зменшили вихід гібридного насіння. Модифікація методики схрещування рослин нуту звичайного значно пришвидшить селекційний процес, та збільшить вихід гібридного матеріалу нуту звичайного.

РОЗДІЛ 3

АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ПРОРОСТАННЯ НУТУ ЗВИЧАЙНОГО ПРИ ВИВЧЕННІ СТІЙКОСТІ ДО НИЗЬКИХ ПОЗИТИВНИХ ТЕМПЕРАТУР

3.1 Дослідження проростання колекції нуту звичайного для виявлення потенційних джерел стійкості при низьких позитивних температурах

Сучасна тенденція зміни клімату, та невідворотні процеси глобального потепління зумовлюють необхідність перегляду технології вирощування основних сільськогосподарських культур, а також збільшення кількості сортів та гібридів з високою адаптивною спроможністю. що в свою чергу досить позитивно впливатиме на валовий збір урожаю.

Нут є посухостійкою бобовою культурою, але, на жаль, затяжні повітряні та ґрунтові посухи на півдні України досить негативно впливають на продуктивність даної культури. Тому доцільним є використання надраних та ранніх посівів. Але при цій технології вирощування виникає ряд негативних факторів, а саме: вплив низької температури, інгібування вегетативного процесу, враження хвороботворними патогенами. Тому доцільним є пошук серед генотипів нуту звичайного джерел холодостійкості та створення якісного вихідного матеріалу для селекції на холодостійкість.

Питання холодостійкості генотипів нуту звичайного не досить вивчене вітчизняною та світовою науковою спільнотою. Тому нами було вирішено виявити закономірності процесів, які проходять в рослині нуту під час дії даного негативного чинника, та виявити генотипи з толерантною реакцією на вплив низьких позитивних температур під час проростання насіння.

В лабораторних умовах досліджували 22 зразки нуту вітчизняної та закордонної селекції на інтенсивність проростання при низьких позитивних температурах (+4°C). Контролем було пророщування досліджуваних зразків в

оптимальних умовах при температурі +25 °С. Даний дослід проводився на не протруєному фоні, для перевірки не тільки стійкості до низьких позитивних температур, а і для перевірки природного імунітету рослин. Результати досліджень приведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

**Схожість нуту звичайного за мінімальних позитивних температур
2018 р.(лабораторний дослід)**

Лінія / сорт	Схожість нуту звичайного							
	за +4°C, шт.			за +4°C, %	Контроль (за+25°C, шт.)			за+25°C, %
	I	II	III		I	II	III	
Буджак	2	6	3	36,7	2	4	1	20,0
Антей	3	9	6	60,0*	0	1	1	6,7
Пам'ять	2	2	2	20,0	2	3	4	30,0
Тріумф	7	2	3	40,0	4	3	1	26,7
Краснокутський 123	10	10	10	100,0**	9	9	4	76,7**
Красноградський 213	3	3	2	26,7	1	3	1	16,7
Орнамент	1	2	3	20,0	0	5	4	30,0
Тарас Бульба	1	2	4	23,0	4	4	1	30,0
Одиссей	0	3	3	20,0	2	2	0	13,3
Розанна	0	0	5	16,6	3	6	4	43,3**
Скарб	3	3	6	40,0	4	5	0	30,0
KCI 12/18	1	1	3	16,7	1	4	0	16,7
Espasola	3	4	6	43,3	2	2	4	26,7
Адмірал	1	2	0	10,0	1	1	2	13,3
Йордан	2	2	4	26,7	1	0	2	10,0
KCI 16/18	2	3	1	20,0	1	1	1	10,0
Александрит	10	9	10	96,7**	6	9	10	83,3**
Пегас	9	8	10	90,0**	9	5	5	63,3**
Ярина, ст	3	7	5	50,0	6	4	4	46,7**
Азкан	7	2	3	40,0	1	3	0	13,3
Заволзький	1	5	5	36,7	0	2	5	23,3
Чанарит	5	7	6	60,0*	4	4	0	26,7
НІР _{0,05}				18,0				15,0

Примітки: *- перевищує стандарт при $S_x=95\%$

** - перевищує стандарт при $S_x=99\%$

Так як системи оцінки холодостійкості нуту звичайного немає в офіційному класифікаторі ознак цієї культури, ми розробили свою систему оцінювання даної ознаки на основі наших досліджень та їх результатів. Ми розділили генотипи за трьома групами стійкості до низьких позитивних температур, а саме слабостійкі (схожість 0 – 49%), середньостійкі (50 – 89%), та високостійкі (90 – 100%).

За результатами лабораторних випробувань найбільш вразливими до низьких температур виявилися 16 зразків, серед них КСІ 12/18, Тріумф, Йордан, Розанна, Красноградський 213, Тарас Бульба, Пам'ять, Espacola, Адмірал, Одиссей, Орнамент, КСІ 16/18, Буджак, Заволзький, Скарб та Азкан. Дані генотипи увійшли до першої групи за стійкістю до низьких позитивних температур, адже їх схожість була нижча ніж 50%.

Дещо краще за пророщування при температурі +4°C показали себе Ярина – 50%, Чанарит та Антей – 60%, що відносить їх до другої групи стійкості до даного чиннику. Найбільш стійкими до низьких температур при пророщуванні є сорти Пегас з показником схожості в 90%, Александрит – 96,7% та Краснокутський 123 – 100 %, які перевищили стандарт при $P \leq 0,01$, що говорить про велику цінність даних генотипів в якості потенційних джерел не тільки стійкості до низьких позитивних температур, а і в якості джерел стійкості до хвороб. Під час досліду досить важливими були спостереження за фітосанітарним станом досліджуваних генотипів. Було відзначено, що при температурі +4°C розвиток хвороб досить пригнічений і візуально не спостерігається. Лише після декількох діб після вилучення палеток з термостату спостерігається прояв ураження рослин хворобами. А на контрольному варіанті нами було зафіксовано досить активний розвиток фітопатогенів, що призводило до загибелі досліджуваних зразків. Тому основні дані по стійкості рослин нуту до хвороб були відстежені на контрольних зразках, адже температура +25 °C – є оптимальною для розвитку хвороб. Результати спостережень показані в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

**Фітосанітарний стан контрольного варіанту лабораторного
дослідку (середнє за 2018 - 2020 рр.)**

Лінія / сорт	Ураження хворобами за +25 °С, %				Стійкість проти хвороб, бал			
	2018	2019	2020	Х серед.	2018	2019	2020	Середній
Буджак.	80	63,33	70	71,11	1	1	1	1
Антей	93,3	53,33	60	68,88	1	1	1	1
Пам'ять	70	70	66,66	68,89	1	1	1	1
Тріумф	73,3	70,00	73,33	72,21	1	1	1	1
Краснокутський 123	23,3	26,67	30	26,66	5	4	4	4
Красноградський 213	83,3	66,67	73,33	74,43	1	1	1	1
Орнамент	70	73,33	73,33	72,22	1	1	1	1
Тарас Бульба	70	50,00	60	60,00	1	3	1	1
Одиссей	86,7	53,33	76,66	72,23	1	1	1	1
Розанна	56,7	56,67	66,66	60,01	1	1	1	1
Скарб	70	66,67	63,33	66,67	1	1	1	1
KCI 12	83,3	73,33	73,33	76,66	1	1	1	1
Espasola	73,3	63,33	60	65,54	1	1	1	1
Адмірал	86,7	66,67	80	77,79	1	1	1	1
Йордан	90	83,33	90	87,78	1	1	1	1
KCI 16	90	73,33	86,66	83,33	1	1	1	1
Александрит	16,7	16,67	10	14,46	6	6	7	6
Пегас	36,7	20	23,33	26,68	2	5	4	4
Ярина, ст	53,3	40	46,66	46,66	1	2	1	2
Азкан	86,7	60	63,33	70,01	1	1	1	1
Заволзький	76,7	63,33	66,66	68,90	1	1	1	1
Чанарит	73,3	73,33	63,33	69,99	1	1	1	1
НІР ₀₅				7,2				

За результатами даних спостережень, на контрольних зразках нуту також було ураження кореневими гнилями на рівні 16,7 – 93,3%. Але є

генотипи, які за рахунок природного імунітету та стійкості до хвороб майже не були вражені фітопатогенами, це зразки Краснокутський 123 (5 балів – 23,3% ураження), Александрит (6 балів – 16,7 % ураження), Пегас (2 бали – 36,7% ураження). Всі ці сорти мають коричневий колір насінної оболонки, що говорить про можливість впливу наявності пігменту на здатність проростків протистояти дії несприятливих біотичних та абіотичних факторів. Ці ж сорти, а також Розанна, суттєво перевищили інші зразки за показником схожості при контрольній температурі +25°C.

У 2019 році було проведено повторний лабораторний дослід з тими ж 22 генотипами, що і в 2018 році . Даний дослід також проводився на неперотруєному фоні для однорідності експериментальних даних. Адже одну із основних ролей, при проростанні за низьких позитивних температур та вегетації за оптимальних, велике значення має стійкість захисту до збудників хвороб, адже не завжди ми можемо використати хімічні засоби захисту через невідповідність температурних режимів. Адже результати, отримані в 2018 році чітко показали наявність генотипів нуту здатних до нормального проростання за низької позитивної температури

Результати даних досліджень представлені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

**Схожість нуту звичайного за мінімальних позитивних температур
2019 р. (лабораторний дослід)**

Лінія / сорт	Схожість нуту звичайного							
	за +4°C, шт.			за +4°C, %	Контроль (за+25°C, шт.)			за+25°C, %
	I	II	III		I	II	III	
<i>1</i>	2	3	4	5	6	7	8	9
Буджак, Нац.ст.	3	4	4	36,66	3	6	2	36,67
Антей	8	6	8	73,33	5	4	5	46,67
Пам'ять	3	2	5	33,33	2	3	4	30,00

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Тріумф	6	5	5	53,33	2	5	2	30,00
Краснокутський 123	10	10	10	100,00	8	9	5	73,33
Красноградський 213	4	3	3	33,33	5	2	3	33,33
Орнамент	4	2	1	23,33	2	3	3	26,67
Тарас Бульба	3	3	4	33,33	5	7	3	50,00
Одиссей	2	4	1	23,33	4	5	5	46,67
Розанна	2	4	6	40,00	4	3	6	43,33
Скарб	6	4	3	43,33	3	5	2	33,33
KCI 12/19	2	2	3	23,33	4	2	2	26,67
Espasola	7	5	5	56,67	4	3	4	36,67
Адмірал	3	3	3	30,00	2	4	4	33,33
Йордан	5	2	3	33,33	3	1	1	16,67
KCI 16/19	3	3	1	23,33	4	2	2	26,67
Александрит	9	9	10	93,33	8	8	9	83,33
Пегас	10	10	9	96,67	6	9	9	80,00
Ярина, ст	5	7	5	56,67	8	4	6	60,00
Азкан	6	4	4	46,67	4	6	2	40,00
Заволзький	2	4	4	33,33	3	5	3	36,67
Чанарит	8	5	5	60,00	5	0	3	26,67
НІР _{0,05}				15,81				11,79

За результатами лабораторного дослідку 2019 р. ми розділили досліджувані генотипи на три групи за стійкістю до низьких позитивних температур.

Перша група, слабостійкі, які мали значення відсотка схожості в межах від 1% до 49%. В дану групу ми віднесли 14 генотипів, а саме: Буджак, Пам'ять, Красноградський 213, Орнамент, Тарас Бульба, Одиссей, Розанна, Скарб, KCI 12/19, Адмірал, Йордан, KCI 16/19, Азкан, Заволзький. Схожість

цих генотипів коливалася в межах 23,33 – 46,67%, що є досить низькими показниками порівняно з генотипами інших груп. Як ми бачимо, в даній групі присутній Національний стандарт, прийнятий в Україні, а саме сорт Буджак зі значенням 36,66%. Тому очевидна доцільність створення нових сортів, які б комбінували в собі стійкість до низьких позитивних температур та високу продуктивність.

До другої групи, середньої стійкості, зі значенням схожості при дослідній температурі 50 – 89%, було віднесено п'ять генотипів, а саме: Антей, Триумф, Espasola, Ярина, Чанарит. Показники даних сортів коливалися в межах 53,33 – 73,33%. Дана група генотипів хоча і не мала досить високих показників схожості при низьких позитивних температурах, але володіла високою цінністю у дослідженнях за стійкістю до стресового чиннику і успадкування ознаки стійкості до низьких позитивних температур.

До третьої групи генотипів з високими показниками стійкості до холоду під час проростання, зі значеннями схожості 90 – 100% слід віднести три генотипи, а саме Краснокутський 123 – 100%, Александрит – 93,33% та Пегас – 96,67%. Дані зразки мають найвищі показники схожості при температурі +4 °C, що свідчить про їх високу цінність в якості потенційних джерел даної ознаки, адже саме за цими показниками вони переважають Національний стандарт – Буджак.

Слід відмітити, що при пророщуванні контролю було відзначено високий відсоток ураження рослин фітопатогенною флорою, як це спостерігали і в 2018 році. Дані представлені в таблиці 3.2.

За результатами аналізу фітосанітарного стану слід відмітити, що пошкодження фітопатогенами на рослинах нуту при температурі +25°C коливалася в межах 16,67 – 83,33%. Найвищу стійкість показали генотипи Краснокутський 123 (4 бали – 26,67% ураження), Тарас Бульба (3 бали – 50 % ураження), Александрит (6 балів – 16,67% ураження), Пегас (5 балів – 20% ураження).

У 2020 році було проведено повторне дослідження для отримання більш об'єктивних даних. Результати дослідження представлені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

**Схожість нуту звичайного за мінімальних позитивних температур,
2020 р. (лабораторний дослід)**

Лінія / сорт	Схожість нуту звичайного							
	за +4°C, шт.			за +4°C, %	Контроль (за+25°C, шт.)			за+25°C, %
	I	II	III		I	II	III	
Буджак, Нац.ст.	3	5	2	33,33	3	3	3	30
Антей	7	6	6	63,33	5	3	4	40
Пам'ять	4	4	6	46,67	3	3	4	33,33
Тріумф	6	6	5	56,67	4	3	1	26,67
Краснокутський 123	9	10	10	96,67	8	8	5	70
Красноградський 213	4	2	4	33,33	2	3	3	26,67
Орнамент	3	3	3	30	0	4	4	26,67
Тарас Бульба	4	3	4	36,67	4	4	4	40
Одисей	2	3	3	26,67	2	3	2	23,33
Розанна	3	1	5	30	3	3	4	33,33
Скарб	4	2	7	43,33	3	5	3	36,67
KCI 12/20	2	2	2	20	2	2	4	26,67
Espacola	6	6	3	50	4	4	4	40
Адмірал	3	2	2	23,33	2	2	2	20
Йордан	3	3	5	36,67	1	0	2	10
KCI 16/20	3	3	2	26,67	0	2	2	13,33
Александрит	10	10	10	100	9	9	9	90
Пегас	9	9	10	93,33	8	8	7	76,67
Ярина, ст	4	6	6	53,33	7	4	5	53,33
Азкан	5	4	4	43,33	3	4	4	36,67
Заволзький	6	4	4	46,67	5	2	3	33,33
Чанарит	5	5	6	53,33	3	4	4	36,67
НІР _{0,05}				15,17				12,87

За результатами досліджень 2020 року до першої групи стійкості слід віднести 14 генотипів, а саме: Буджак, Пам'ять, Красноградський 213, Орнамент, Тарас Бульба, Одиссей, Розанна, Скарб, КСІ 12/20, Адмірал, Йордан, КСІ 16/20, Азкан та Заволзький. Схожість даних зразків коливалася в межах 20 – 46,67%.

До другої групи слід віднести 5 сортів з показниками більше 50% схожості при дії негативного чинника, у тому числі Антей – 63,33%, Триумф – 56,67%, Espasola – 50%, Ярина – 53,33% та Чанарит – 53,33%.

Третю групу, за стійкістю до дії низьких температур, склали 3 зразки, а саме Пегас – 93,33%, Александрит – 100% та Краснокутський 123 – 96,67%. Дані генотипи несуть в собі головну цінність для селекції – стійкість до низьких позитивних температур під час проростання. Але при цьому дані генотипи мають коричневий колір насінневої оболонки та середній розмір насіння, що виключає їх цінність для промислового виробництва нуту звичайного. Тому доцільним є включення даних генотипів у селекційні програми по створенню вихідного матеріалу стійкого до дії низьких позитивних температур.

За результатами фітосанітарного стану 2020 року було виявлено сильне враження фузаріозними грибами проростків контрольного варіанту. Результати даних спостережень представлені в таблиці 3.2.

За результатами даних спостережень ступінь враження рослин нуту звичайного збудниками фузаріозу був в межах від 90 до 10%. Найстійкішим генотипом був Александрит при враженні 10% проростків. Даний генотип має всі ознаки притаманні генотипам *desi*, а саме коричневий колір насінневої оболонки, насінини невеликого розміру та антоціанове забарвлення листків та стебла. Даний генотип за результатами наших досліджень комбінує в собі стійкість до хвороб та низьких температур, що визначає його як цінне джерело для селекції на стійкість до фузаріозу та понижених температур. Найвразливішим був сорт Йордан зі ступенем враження 90%, лише 1 рослина

з десяти не мала візуальних ознак враження даною хворобою. Але основна частина генотипів мала ступінь враження від 60 до 75%. Тому для даної культури особливо гостро стоїть питання хімічної системи захисту рослин від збудників хвороб.

Було проведено статистичний аналіз результатів лабораторних досліджень за період 2018 по 2020 рік. Результати даного аналізу наведені в таблиці 3.5 та освітлені в графіку на рисунку 3.1.

Таблиця 3.5

**Схожість нуту звичайного за мінімальних позитивних температур,
(лабораторний дослід, середнє за 2018 – 2020 рр.)**

Лінія / сорт	Схожість нуту звичайного							
	за +4°C, шт.			за три роки +4°C, %	Контроль (за+25°C, шт.)			за три роки +25°C, %
	2018	2019	2020	X _{сер.}	2018	2019	2020	X _{сер.}
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>
Буджак, Нац.ст.	36,70	36,66	33,33	35,56	20,00	36,67	30,00	28,89
Антей	60,00	73,33	63,33	65,55	6,70	46,67	40,00	31,12
Пам'ять	20,00	33,33	46,67	33,33	30,00	30,00	33,33	31,11
Тріумф	40,00	53,33	56,67	50,00	26,70	30,00	26,67	27,79
Краснокутський 123	100,00	100,00	96,67	98,89	76,70	73,33	70,00	73,34
Красноградський 213	26,70	33,33	33,33	31,12	16,70	33,33	26,67	25,57
Орнамент	20,00	23,33	30,00	24,44	30,00	26,67	26,67	27,78
Тарас Бульба	23,00	33,33	36,67	31,00	30,00	50,00	40,00	40,00
Одиссей	20,00	23,33	26,67	23,33	13,30	46,67	23,33	27,77
Розанна	16,60	40,00	30,00	28,87	43,30	43,33	33,33	39,99
Скарб	40,00	43,33	43,33	42,22	30,00	33,33	36,67	33,33
KCI 12	16,70	23,33	20,00	20,01	16,70	26,67	26,67	23,35
Espacola	43,30	56,67	50,00	49,99	26,70	36,67	40,00	34,46
Адмірал	10,00	30,00	23,33	21,11	13,30	33,33	20,00	22,21
Йордан	26,70	33,33	36,67	32,23	10,00	16,67	10,00	12,22
KCI 16	20,00	23,33	26,67	23,33	10,00	26,67	13,33	16,67

Александрит	96,70	93,33	100,00	96,68	83,30	83,33	90,00	85,54
Пегас	90,00	96,67	93,33	93,33	63,30	80,00	76,67	73,32
Ярина, ст	50,00	56,67	53,33	53,33	46,70	60,00	53,33	53,34
Азкан	40,00	46,67	43,33	43,33	13,30	40,00	36,67	29,99
Заволзький	36,70	33,33	46,67	38,90	23,30	36,67	33,33	31,10
Чанарит	60,00	60,00	53,33	57,78	26,70	26,67	36,67	30,01
НР _{0,05}	18	15,81	15,17	8,84	15	11,79	12,87	7,3

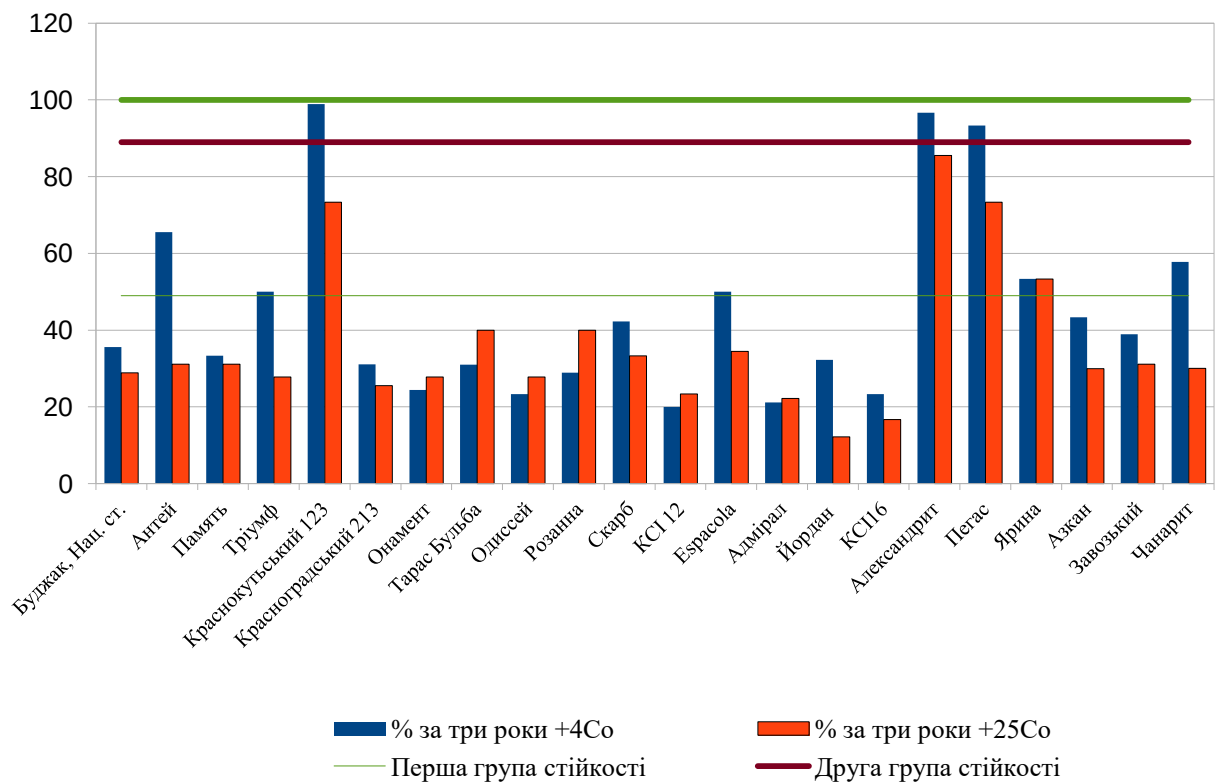


Рис. 3.1 Графічне зображення результатів перевірки холодостійкості генотипів нуту звичайного, середнє за 2018 – 2020 рр.

За результатами трирічних досліджень генотипи були проаналізовані та розподілені за ступенем стійкості до низьких позитивних температур на три групи, визначення яких було освітлено в попередніх дослідях.

До першої групи стійкості віднесено 14 генотипів, які характеризувались найбільшою вразливістю до дії холодів під час

проростання, у тому числі: Буджак – 35,56%, Пам'ять – 33,33%, Красноградський 213 – 31,12%, Орнамент – 24,44%, Тарас Бульба – 31,00%, Одиссей – 23,33%, Розанна – 28,87%, Скарб – 42,22%, КСІ 12 – 20,01%, Адмірал – 21,11%, Йордан – 32,23%, КСІ 16 – 23,33%, Азкан – 43,33% та Заволзький – 38,90%. Дані генотипи показали найнижчі результати стійкості до холодів у порівнянні з іншими генотипами. Майже всі дані зразки є світлонасінними, окрім сорту Красноградський 213. Також до даної групи належить сорт Буджак, який був Національним стандартом для даної культури, що говорить про неможливість використання його як еталону для оцінки холодостійкості.

До другої групи ми можемо віднести 5 генотипів, а саме: Антей – 65,55%, Espasola – 49,99%, Триумф – 50,00%, Ярина – 53,33% та Чанарит – 57,78%. Вказані сорти хоча і не є найбільш стійкими є досить цінними для дослідження особливостей успадкування та проявів стійкості до низьких позитивних температур. Також дані генотипи є високопродуктивними сортами що мають досить важливу роль в промисловому виробництві насіння нуту звичайного. Тому включення даних генотипів в селекційні програми по створенню нового вихідного матеріалу, може посприяти збільшення генетичного різноманіття даної культури генотипами які комбінують в собі високу продуктивність та стійкість до низьких позитивних температур.

До третьої групи за стійкістю до низьких позитивних температур під час проростання слід віднести 3 генотипи, які мали найбільші показники схожості за дії негативного фактору, а саме: Александрит – 96,68%, Краснокутський 123 – 98,89% та Пегас – 93,33% . На основі результатів трьохрічних досліджень можна стверджувати, що дані зразки є потенційними джерелами ознаки холодостійкості нуту звичайного і несуть найбільшу цінність для селекції за даною ознакою. Але попри всі переваги даних генотипів, вони є нецінними для промислового виробництва насіння нуту,

адже це переважно генотипи типу *desi*, з усіма характеристиками, які притаманні для даного геному. Основна нерентабельна характеристика, яка знижує цінність даних зразків є малий розмір насінини. Тому доцільним є використання даних форм в якості батьківських компонентів для покращення перспективних ліній чи сортів методом гібридизації та жорстких доборів за господарськими ознаками.

Результати проведення статистичного аналізу показників фітосанітарного стану сортів, представлені в таблиці 3.2.

За трирічними даними визначення ступеня враження рослин нуту звичайного збудниками фузаріозу виявлено, що рослини нуту досить сильно підпадають під заселення грибними хворобами під час проростання, особливо за оптимальних умов вирощування. Враження рослин при низькій температурі не показує візуальних проявів під час дії стресового чинника, а починає спостерігатися лише при підвищенні температурного режиму. Ступінь ураження рослин нуту при оптимальних температурах під час проростання коливалась в межах від 14,46 до 87,78 %. Один генотип, який мав 6 балів за стійкістю до збудників фузаріозу, а саме сорт Александрит, на нашу думку є потенційним джерелом стійкості до збудників даних хвороб. Дані результати чітко підтверджують думку вчених, що сучасні сорти досить сприйнятливі до дії збудників хвороб [43 – 45].

3.2 Інтенсивності проростання нуту звичайного при низьких позитивних температурах

Для визначення впливу протруювання на інтенсивність проростання нуту при низьких позитивних температурах взяли три найкращих за показниками схожості генотипи та три найгірших зразки за цією ознакою з попереднього дослід. Дослід було проведено в 2019 р. (Додаток К) та у 2020 р. (Додаток Л) у триразовій повторності з протруєним (Ламардор) та не протруєним насінням (табл.3.6).

Таблиця 3.6

Проростання насіння нуту при низьких позитивних температурах на протруєному та непротруєному фоні (+4 °C), контроль + 25 °C, 2019 — 2020р.

Зразок	Середня схожість за +4 °C, %		Середня схожість за +25 °C, %	
	Не протруєне	Протруєне	Контроль	
			Не протруєне	Протруєне
Александрит	100,00	96,65	100	100
Краснокутський 123	98,35	86,68	100	95
Пегас	59,98	96,68	100	88
Розанна	28,32	83,35	20	100
Пам'ять	16,68	85,02	30	90
KCI 16	14,98	65,00	5	80
НІР _{0,05}	41,87	12,82	48,68	9,54

За результатами цього експерименту можна зробити висновок, що сорти Краснокутський 123, Александрит та Пегас підтвердили свої результати з минулих дослідів і їх показники становили: на протруєному фоні 86,68%, 96,65% та 96,68% відповідно, та на непротруєному фоні 98,35%, 100% та 59,98% відповідно. Але якщо подивитись через порівняння через найменшу істотну різницю між генотипами, ми зможемо побачити, що істотна відмінність є тільки між генотипами KCI 16/19 та іншими. Це наводить на думку, що включення в селекційний процес генотипів типу *desi* з коричневою оболонкою насіння є позитивним для створення стійких до хвороб генотипів. Адже наші сорти Розанна та Пам'ять були створені з включенням таких генотипів у селекційний процес. Саме на цих генотипах було відзначено суттєвий вплив протруйників на проростанні при низьких позитивних температурах, що відображено на графічному рисунку 3.2

З даного графіку видно, що вплив протруювання насіння досить

позитивно впливає на проростання генотипів які показали досить низькі результати у дослідях. Та підвищує схожість насіння при дії низьких позитивних температур майже в чотири рази.

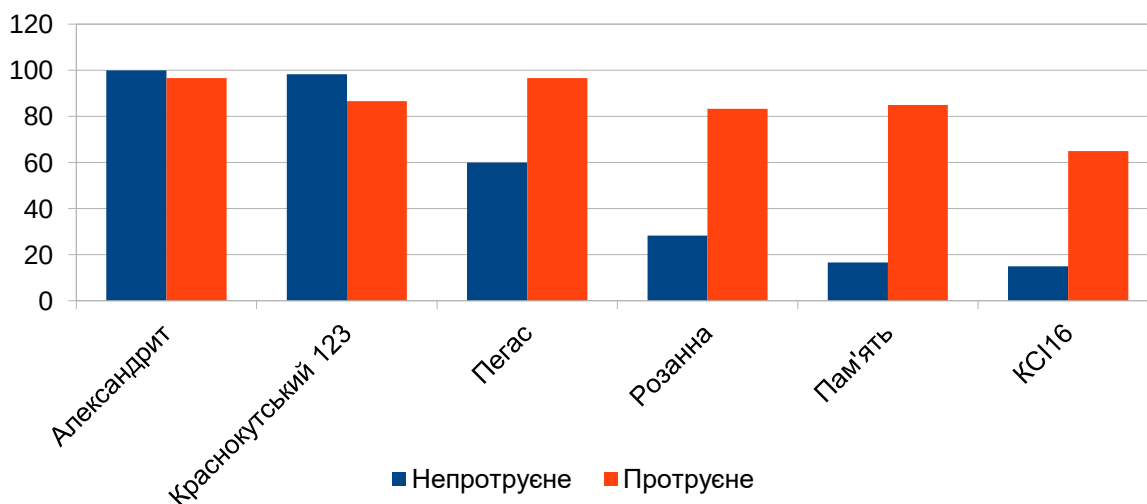


Рис. 3.2 Проростання нуту звичайного при температурі +4 °С на протруєному та на непротруєному фоні

Слід зазначити, що за оптимальних умов (+25°C) без протруювання насіння був відмічений інтенсивний розвиток хвороб (14,46 – 87,78%), тоді як за температури +4°C у варіанті без протруювання розвиток хвороб не перевищував 30%. Це пояснюється несприятливими умовами для розвитку патогенів, але при підвищенні температури умови покращуються і ураження значно збільшується. Отримана інформація вказує на доцільність проведення протруювання насіння перед сівбою сучасними фунгіцидними протруювачами.

Очевидно, що така операція як протруювання значно покращує процес проростання при різних температурних режимах. Ті зразки, які мали низьку інтенсивність проростання у попередньому досліді, значно підвищили її після застосування протруєння насіння.

Як висновок, аналізуючи вище сказане можемо стверджувати, що механізм стійкості рослин нуту під час проростання при низьких позитивних

температурах залежить від стійкості до патогенів хвороб, які можуть виникнути під час цього періоду, тому для насінництва та виробництва операція протруювання насіння перед посівом є обов'язковою.

У 2019 році було проведено дослідження з колекцією генотипів, наданих Національним центром генетичних ресурсів рослин України. Дослід було проведено за методикою, яка була застосована у попередніх лабораторних дослідках, але зі змінами. За наявності малої кількості матеріалу було 3 повторення по 5 насінин в кожній, а також контроль з 5 насінинами на протруєному фоні. Дослід проводився в динаміці, тобто покази знімалися в окремі проміжки часу. Закладення досліду відбулося 15.04.2019 року, перші записи отриманих результатів відбулися 22.04.2019 року. За результатами першого етапу цього досліду слід відмітити зразки Тарас Бульба, Пегас, udo500826 та udo500808. Вони мали значення схожості: 33%, 20%, 20% та 27% відповідно. Інші зразки мали схожість в діапазоні 0-13%, що говорить про негативну дію низьких температур на інтенсивність проростання цих номерів. Другий етап знімання результатів відбувся 24.04.2019 року. За результатами 2 етапу слід відмітити зразки Тарас Бульба, udo500833, udo500798, які мали найшвидшу інтенсивність проростання і кількість проростків на момент зняття показів становила: 67%, 53% та 53% відповідно. Інтенсивність проростання інших зразків коливалася в діапазоні від 0 до 47 відсотків відповідно. Зразок udo500802 не дав проростків ні на одному із етапів знімання результатів, і хоча, як зазначають колеги з НЦГРУ, він являється холодостійким, перевірка удосконаленою методикою не виявила ознак холодостійкості (табл. 3.7).

На третьому етапі слід відмітити номери udo500833, udo500808, udo500799, udo500798, які мають високу тенденцію відновлення вегетації після дії стресового фактору і підтримують схожість на рівні від 67 до 93 відсотків. Результати інших зразків були дещо гіршими, їх значення коливались в діапазоні від 0% до 67%.

Таблиця 3.7

Інтенсивність проростання нуту звичайного при низьких позитивних температурах (+4°C), (сівба 15. 04. 2019 р.)

Назва сорту / № каталогу IP	Схожість, %					
	22.04.2019 р.		24.04.2019 р.		15.05.2019 р.	
	за +4°C	Контроль, за +25 ⁰ C	за +4°C	Контроль, за +25 ⁰ C	за +4°C	Контроль, за +25 ⁰ C
Тарас Бульба	33	20	67	40	87	40
Скарб	13	100	47	100	100	100
Пегас	20	20	33	80	100	80
udo500833	7	60	53	60	93	100
udo500826	20	20	20	20	20	20
udo500820	0	60	20	80	53	80
udo500811	7	0	7	0	13	0
udo500808	27	80	40	100	87	80
udo500799	0	20	33	20	73	40
udo500802	0	20	0	20	0	20
udo500835	7	20	33	40	13	0
udo500798	0	80	53	100	67	60
udo500809	0	0	7	0	7	20
НІР ₀₅	5,1	19,2	15,9	25,4	27,4	24,6

Для збільшення детальності аналізу даних приведено два графіки які освітлюють темпи проростання нуту звичайного при +4 °C та контролі при +25 °C (рис. 3.3 та рис. 3.4).

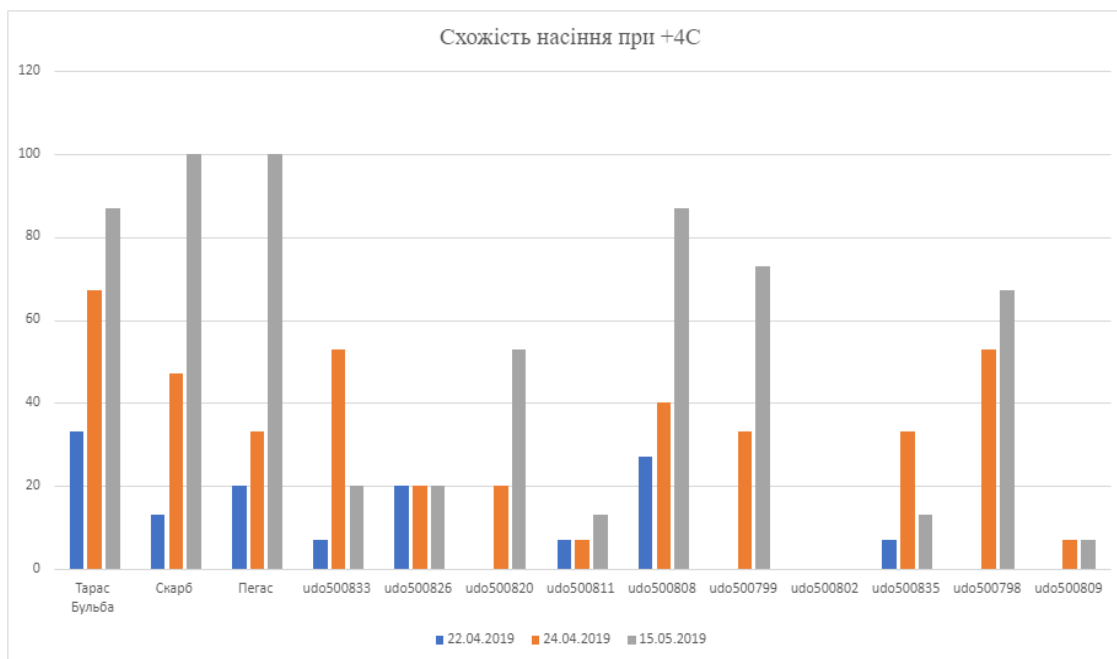


Рис.3.3 Динаміка проростання колекційних зразків нуту звичайного при +4 °С

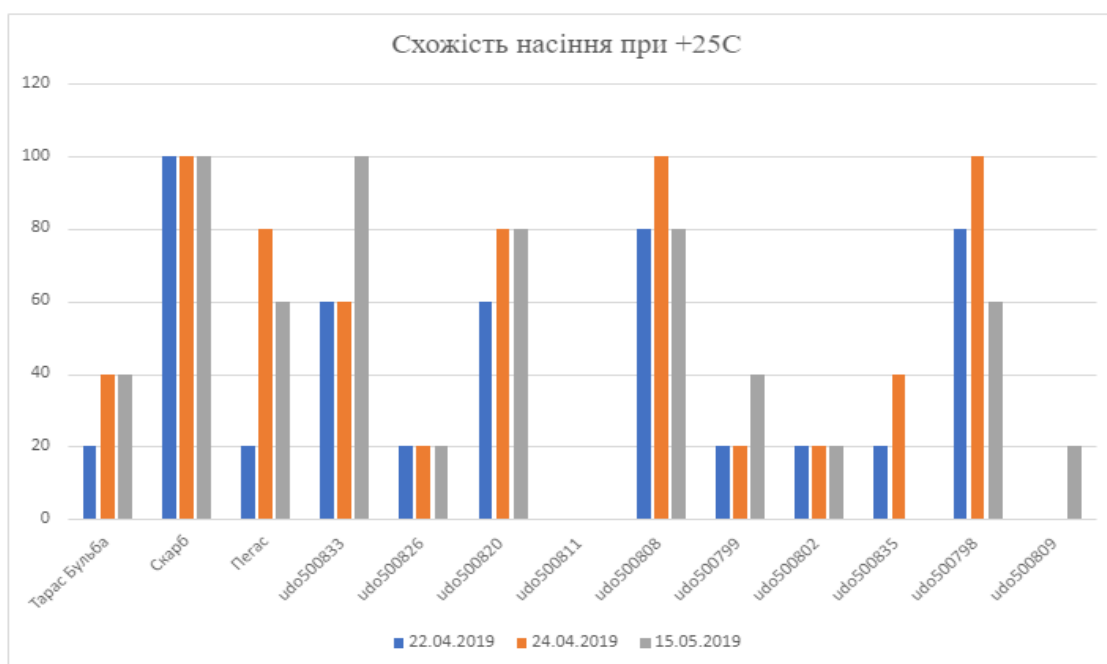


Рис.3.4 Динаміка проростання колекційних зразків нуту звичайного при +25 °С

За цими графіками ми можемо зробити висновки, що генотипи нашої селекції СГІ-НЦНС мають досить переконливі результати порівняно з колекційними зразками НЦГРРУ. Зменшення кількості рослин, які проросли на контролі – це результат припинення дії фунгіцидного протруювача, що

привело до розвитку хвороб та загибелі проростків в контрольному варіанті.

Дані лабораторного дослідження водопоглинання насіння нуту представлені у таблиці 3.8. Темпи водопоглинання забезпечують швидкість накопичення насінням вологи, та запуск біохімічних і фізіологічних процесів проростання. Задача даного дослідження полягала в тому, щоб дослідити різницю швидкості водопоглинання при різних температурах та виявити закономірності, при яких насіння нуту звичайного мало б найбільшу інтенсивність проростання.

Таблиця 3.8

Водопоглинання нуту звичайного за мінімальних позитивних температур, %

Лінія / сорт	Водопоглинання нуту звичайного за мінімальних позитивних температур, %		
	при +4°C	при + 25° C (контроль)	+ - відносно контролю
1	2	3	4
Буджак, ст.	38,42	46,77	-12,22
Антей	37,61	49,25	-11,64
Пам'ять	37,51	48,07	-10,56
Тріумф	36,73	44,12	-7,39
Краснокутський 123	22,07	35,84	-13,77
Красноградський 213	39,44	49,69	-10,26
Орнамент	38,63	51,72	-13,08
Тарас Бульба	37,80	50,54	-12,74
Одисей	38,61	50,09	-11,48
Розанна	36,14	48,36	-8,34
Скарб	36,20	44,52	-8,33
KCI 12/18	37,01	46,00	-8,99
Espacola	35,34	41,64	-6,31
Адмірал	35,07	40,57	-5,51
Йордан	35,10	41,30	-6,20
KCI 16/18	34,88	41,82	-6,94
Александрит	9,73	20,40	-10,67
Пегас	17,05	31,60	-14,55
Ярина	22,24	40,18	-17,94
Азкан	36,65	44,60	-7,95

Продовження таблиці 3.8

1	2	3	4
Заволзький	34,29	41,94	-7,65
Чанарит	35,49	47,16	-11,67
НІР 0,5	1,66	2,17	

Серед представлених зразків така ознака як водопоглинання коливалась в залежності від температури в межах 9,73% - 39,44% (+4 °C) та 20,40% - 51,72% (+25 °C). Слід виділити такі сортозразки як Красноградський 213, Орнамент, Одисей, які мали одні з найбільших значень при температурі +4 °C, а саме 39,44%, 38,63%, 38,61%; найменші значення водопоглинання показали Александрит - 9,73%, Пегас – 17,05%, Краснокутський 123 – 22,07 %.

Також хотілося б виділити різницю між відсотком поглинутої води у досліді при +4°C до та контролем: в основному дані коливалися в межах від - 5,51% до -17,94%. Тобто вплив холоду знижує поглинання води насінням досить значно, що в свою чергу знижує швидкість ініціації проростання в насінні. Слід зазначити, що є декілька сортів, які мають невелику різницю: Адмірал (-5,51%), Espasola (-6,31%), Йордан (-6,20%), а отже це насіння повинне швидше набубнявіти та запустити процес проростання при несприятливих умовах.

Результати проведення кореляційного аналізу між водопоглинанням та схожістю генотипів нуту (табл. 3.9).

Дані таблиці свідчать, що присутня досить значна негативна кореляція між цими ознаками ($r = -0,81$) під час дії негативного фактору, а при розрахунку коефіцієнта детермінації ми отримали $R^2 = 65\%$. Це, на нашу думку, досить важливо, адже завдяки першому етапу, а саме водопоглинанню починається процес проростання. За оптимальної температури ми маємо також негативну кореляційну взаємодію ($r = -0,7$), з коефіцієнтом детермінації на рівні $R^2 = 49\%$. Чому це так, на даний момент не відомо. Можливо, має

місце вплив температури, вологи, швидкість проходження біохімічних процесів чи вплив інших біологічних або абіотичних факторів. Але фактично виходить, що чим нижча швидкість поглинання вологи, тим краща схожість насіння при цьому.

Таблиця 3.9

Коефіцієнти кореляції та детермінації між водопоглинанням та схожістю генотипів нуту звичайного

Коефіцієнт кореляції	Середнє водопоглинання, % при +4°C	Середня схожість, % при +4°C	Середнє водопоглинання, % при +25°C	Середня схожість, % при +25°C
	-0,81*		-0,70*	
Коефіцієнт детермінації, %	65		49	

Примітка. * - Достовірно при $S_x=95\%$

Завдяки отриманим даним був проведений дисперсійний аналіз з метою виявлення впливу факторів температури, генотипу та їх поєднання на процес проростання рослин нуту звичайного при низьких позитивних температурах, а також виявлення відсотку впливу інших факторів на даний процес.

Двохфакторний дисперсійний аналіз даних інтенсивності проростання нуту при +4°C і +25°C доводить з високою вірогідністю ($P \leq 0,01$), що на схожість насіння нуту впливає генотип сорту, температура при проростанні, а також їх взаємодія (табл. 3.10).

Ступінь впливу досліджуваних факторів на інтенсивність проростання нуту свідчить, що схожість насіння нуту найбільше залежить від генотипу сорту (36,6%), що підтверджує думку вчених, що наявність генів які кодують синтез специфічних речовин позитивно впливає на стійкість до низьких температур [137]. Також від взаємодії генотипу з температурою повітря при проростанні (26,4%), адже температура є активатором синтезу специфічних біохімічних речовин такі як супероксиддисмутази, пероксидази та пролін, які мають безпосередній вплив на формування стійкості до дії екстремального

чиника яким виступає низька позитивна температура [140, 141, 142, 147, 148] .

Таблиця 3.10

Дисперсійний аналіз даних інтенсивності проростання нуту за різних температур

Дисперсія	Сума квадратів ss	df	Середній квадрат ms	F фактичне	F табличне	
					при P=0,05	при P=0,01
Загальна	1005	131	-			
Фактор А (генотипи сортів)	610	21	29,05	29,05/1,05=27,7	1,75	2,20
Фактор В (різні температури)	38	1	38,3	38,3/1,05=36,5	4,00	7,08
Взаємодія А і В	92	21	4,38	4,38/1,05=4,2	1,75	2,20
Випадкові відхилення	265	88	1,05			

Вплив температури на інтенсивність проростання досить незначна (12,1%). Також ми маємо досить суттєвий вплив випадкових факторів (24,9%), до яких ми можемо віднести ураження хвороботворними патогенами, якість насіння, енергію проростання, розмір насінини (табл. 3.11 та рис. 3.5).

Таблиця 3.11

Частки мінливості ознаки при проростанні нуту звичайного

Вплив генотипів сортів, %	36,6
Вплив температури %	12,1
Вплив взаємодії генотипу і температури %	26,4
Вплив випадкових факторів %	24,9
Вплив усіх факторів	100,0 %

Завдяки результатам аналізу ми можемо зробити висновок, що стійкість до низьких позитивних температур має генетичну природу, і очевидно є доцільність пошуків джерел стійкості та створення вихідного матеріалу для селекції на толерантну реакцію рослин нуту звичайного до низьких позитивних температур під час проростання.

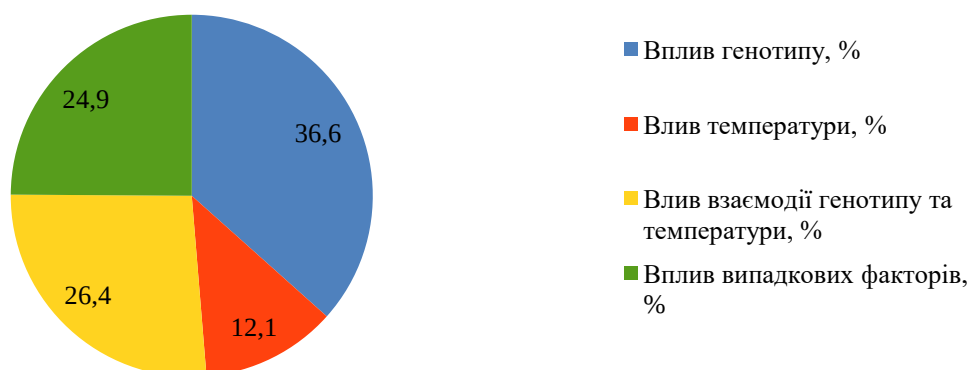


Рис. 3.5 Діаграма розподілу часток мінливості ознаки при проростанні нуту звичайного

3.3 Вивчення особливостей проростання ліній, отриманих внаслідок селекції на холодостійкість

В лабораторних умовах протягом 2020 – 2021 рр. досліджували 10 ліній нуту гібридного походження покоління F4 (Додаток М1) та F5 (Додаток М2) від схрещування високопродуктивного сорту селекції СГІ Ярина на інтенсивність проростання при низьких позитивних температурах (+4 °C). Контролем було пророщування досліджуваних зразків в оптимальних умовах при температурі +25 °C (табл. 3.12).

Отже, слід виділити за кількістю наявних проростків при дії температури +4° C такі номери: 5030 – 93,17%, 5360 – 100%, які за нашою градацією входять до третьої групи стійкості, адже їхні результати в межах 90 – 100 %, що говорить про досить високу цінність даних генотипів для селекції на холодостійкість нуту звичайного. Також відмічено, що дані генотипи досить переконливо переважають батьківську форму Ярина, яка була взята в якості джерела даної ознаки. Це може свідчити про те що при розщепленні дані генотипи отримали гени стійкості до низької позитивної температури.

Таблиця 3.12

Результати лабораторної перевірки на холодостійкість під час проростання генотипів нуту звичайного, отриманих в результаті направленої селекції на холодостійкість, 2020 – 2021 рр.

Батьківський сорт/ номер лінії	Схожість, %					
	при +4°C			Контроль при +25° С		
	2020	2021	Х серед.	2020	2021	Х серед.
Ярина	50	50	50	80,00	80,00	80,00
Тарас Бульба	26,00	26,67	26,33	93,00	93,33	93,17
5030	93,00	93,33	93,17	96,00	96,67	96,33
5033	83,00	83,33	83,17	90,00	90,00	90,00
5150	86,00	86,67	86,33	93,00	93,33	93,17
5360	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
5362	83,00	83,33	83,17	93,00	93,33	93,17
5381	76,00	76,67	76,33	83,00	83,33	83,17
5382	86,00	86,67	86,33	96,00	96,67	96,33
5383	50,00	50,00	50,00	86,00	86,67	86,33
5384	60,00	60,00	60,00	86,00	86,67	86,33
5387	43,00	43,33	43,17	93,00	93,33	93,17
НІР ₀₅			14,85			3,79

Інші лінії, крім 5387 слід віднести до другої групи стійкості, адже їх значення коливалися в межах 50 – 86%. Але навіть у цій групі є лінії, які отримали досить високі показники при даних дослідженнях, а саме 5362 – 83,17%, 5382 – 86,33%, 5033 – 83,17% та 5150 – 86,33%. Дані лінії також мають високу цінність, адже досить переконливо переважають батьківську форму та мають ряд інших позитивних характеристик. Значно гірше себе показала лінія 5387, її схожість 43% значно нижча від результатів інших ліній і нижча за даним показником від батьківської форми – 6,83%, тому для подальшої роботи над толерантністю до низьких позитивних температур вона

не придатна. Оскільки її сестринські лінії 5381, 5382 мали кращі результати, це наводить на думку що дана ознака не передалася під час розщеплення лініям з гіршим показниками.

За даними наших попередніх досліджень, лінії 5360, 5150, 5383, 5030 і 5033 переважають батьківський сорт Ярина за продуктивністю у 2,3-3,0 рази (маса насіння з рослини становить у гібридних ліній від 9,0 до 11,7 г/рослину при 3,9 г/рослину у сорту Ярина). При цьому лінії 5360, 5150, 5030 і 5033 мають високу інтенсивність проростання при +4 °С, особливо лінія 5360, що свідчить про їх цінність як вихідного матеріалу для селекції на холодостійкість.

Фізіологічна реакція деяких зразків під час пророщування досить цікава, так як при дослідній температурі фаза галуження стебла відбулася в субстраті і на поверхні ми отримали декілька “проростків”. Ця реакція може свідчити про спробу рослини захистити вузли галуження від дії негативного чинника.

Висновки до розділу 3

1. Генотипи Краснокутський 123, Александрит, Пегас та Ярина за результатами лабораторних досліджень на стійкість до низьких позитивних температур під час проростання показали найкращі показники. Тому доцільно вважати, що вони є потенційними джерелами ознаки холодостійкості під час проростання.

2. Виявлена залежність стійкості до низьких позитивних температур під час проростання та стійкості до хвороб рослин нуту звичайного. Проростання при низьких температурах спричинює зниження природного імунітету та сприяє враженню хвороботворними патогенами. Але використання фунгіцидних протруйників значно зменшує ризик виникнення хвороби під час такого проростання.

3. Досліджено вплив низьких позитивних температур на швидкість водопоглинання насіння нуту звичайного. Виявлено, що стресовий чинник зменшує швидкість поглинання вологи насінням нуту від 5,51% до 17,94%. А також виявлено досить значну негативну кореляційну взаємодію між водопоглинанням та проростанням за низьких позитивних температур (+4°C) та контролем (+25°C), що в свою чергу потребує подальшого дослідження.

4. Проведено дисперсійний аналіз проростання за низьких позитивних температур насіння нуту звичайного. Визначено ступінь впливу показників на цей процес. Виявлено, що найбільшу ступінь впливу на проростання насіння нуту звичайного має генотип рослини (36,6%), тому доцільно вважати, що природа даної ознаки є генетичною.

5. Перевірка ліній, отриманих внаслідок селекції на стійкість до низьких позитивних температур під час проростання показала, що лінії 5360, 5150, 5030 і 5033 мають високу інтенсивність проростання при +4 °C, особливо лінія 5360, що свідчить про їх цінність як вихідного матеріалу для селекції на холодостійкість.

Результати досліджень по даному розділу висвітлені в наукових працях:

Очкала О.С., Лаврова Г.Д., Бушулян О.В., Нагуляк О.І. Вплив низьких позитивних температур на інтенсивність проростання та строків сівби на елементи врожаю у різних генотипів нуту звичайного (*Cicer arietinum* L.). *Зрошуване землеробство*, 2020. 74. 139-143. DOI: <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2020.74.25>.

Очкала О.С., Лаврова Г.Д., Молодченкова О.О., Джус Т.О. Елементи урожайності та якості насіння генотипів нуту звичайного в умовах зміни клімату на півдні Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2021. 19. 92-99

Ochkala O., Lavrova G., Gavrilov S., Molodchenkova O. Biochemical and physiological responses of chickpeas in breeding for resistance to low positive temperatures. *Danish Scientific Journal*, 2021. 50. 7-11

Бушулян О.В., **Очкала О.С.** Вихідний матеріал нуту звичайного (*Cicer arietinum* L.) з високим темпом проростання за низьких позитивних температур. *International research and practice conference: Modern methodologies, innovations and operational experience in the field of biological science* (December, 27-28, 2017). Lublin, Poland. 2017. 3

Бушулян О.В., **Очкала О.С.**, Нагуляк О.І. Вплив низьких позитивних температур на темпи пророщування нуту звичайного (*Cicer arietinum* L.). Матеріали II Інтернет-конференції молодих учених «Генетика та селекція сільськогосподарських культур: від молекули до сорту» (30 серпня 2018р., м. Київ). Київ, 2018. 20
<http://confer.uesr.sops.gov.ua/genetika2018/schedConf/presentations>

Очкала О.С., Лаврова Г.Д., Нагуляк О.І. Вплив низьких позитивних температур на інтенсивність водопоглинання нуту звичайного (*Cicer arietinum* L.). Матеріали III Інтернет-конференції молодих учених «Генетика та селекція сільськогосподарських культур: від молекули до сорту» (28 серпня 2019 р., м. Київ). Вінниця, НІЛАН-ЛТД, 2019. С.32.
<http://confer.uesr.sops.gov.ua/genetika2019/paper/view/18495>

Очкала О.С., Лаврова Г.Д., Нагуляк О.І. Дослідження колекції генотипів нуту звичайного на наявність стійкості до низьких позитивних температур під час проростання. Матеріали IV Інтернет-конференції молодих учених «Генетика та селекція сільськогосподарських культур: від молекули до сорту» (18 вересня 2020 р., м. Київ). Київ, 2020. С.23.
<http://confer.uesr.sops.gov.ua/genetika2020/paper/viewFile/22075/11340>

Очкала О.С., Лаврова Г.Д. Роль природного імунітету нуту звичайного при проростанні за низьких позитивних температур. *Сучасні проблеми генетики, біотехнології і біохімії сільськогосподарських рослин: тези*

доповідей Міжнародної наукової конференції (21 жовтня 2020р., СГІ – НЦНС, Одеса, Україна): Одеса: СГІ – НЦНС, 2020. 112-113.

Очкала О.С., Лаврова Г.Д., Молодченкова О.О., Джус Т.О. Продуктивність генотипів нуту звичайного у південному Степу України в різні роки. *Селекція зернових та зернобобових культур в умовах змін клімату: напрями і пріоритети. Тези доповідей Міжнародної наукової конференції (5 травня 2021р., СГІ – НЦНС, Одеса, Україна): Одеса: СГІ – НЦНС, 2021. 47-48.*

Очкала О.С., Лаврова Г.Д., Гаврилов С.В. Особливості відбору та перевірки вихідного матеріалу нуту звичайного на стійкість до низьких позитивних температур в лабораторних умовах. *Проблеми аграрного виробництва на сучасному етапі і шляхи їх вирішення. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої ювілейним датам від дня народження видатних вчених-рослиників: 130-річчю від дня народження доктора біол. наук, професора Льва Миколайовича Делоне; 120-річчю від дня народження кандидата с.-г. наук Софії Михайлівни Фріденталь (1-2 липня 2021р.): Інститут рослинництва ім. В.Я.Юр'єва НААН. Харків, 2021. 401-403.*

РОЗДІЛ 4

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ ПРОДУКТИВНОСТІ ГЕНОТИПІВ НУТУ ЗВИЧАЙНОГО ПРИ СЕЛЕКЦІЇ НА ІНТЕНСИВНІСТЬ ПРОРОСТАННЯ ЗА НИЗЬКИХ ПОЗИТИВНИХ ТЕМПЕРАТУР

4.1 Дослідження продуктивності генотипів нуту звичайного при ранніх строках сівби

В польових умовах вивчали 22 сортозразки нуту вітчизняної та закордонної селекції, які були досліджені також в лабораторному досліді на інтенсивність проростання при низьких позитивних температурах. У 2018 році їх насіння було висіяне у 2 строки. Перший строк сівби 15 квітня характеризувався невисокими температурами повітря (мінімальна температура з 11 по 20 квітня становила $+1,1^{\circ}\text{C}$, максимальна $+20,8^{\circ}\text{C}$, середня $+13,5^{\circ}\text{C}$). Температурний режим у другий строк, 22 квітня, можна вважати оптимальним для сівби нуту (мінімальна температура у третю декаду місяця становила $+9,3^{\circ}\text{C}$, максимальна – $+25,6^{\circ}\text{C}$, середня $+16,1^{\circ}\text{C}$). Опадів протягом квітня не було, проте у березні випало 45,2 мм дощу і снігу при середньомісячній температурі повітря $+1,5^{\circ}\text{C}$, що створило необхідний запас вологи у ґрунті для проростання насіння і забезпечило подальший розвиток рослин. Наступні травень і червень були дуже посушливими (10,5 і 14,5 мм опадів відповідно). Опадів спостерігалось втричі менше за середню багаторічну норму. Тому під час вегетативного періоду рослини підпадали під дію ґрунтової та повітряної посухи, що досить негативно впливало на розвиток та формування врожаю культурою нуту звичайного.

Після збирання снопового матеріалу був проведений структурний аналіз продуктивних елементів та його статистична обробка. Показники, які досліджувалися, є стандартними для бобових культур, а саме висота рослини, висота точки кріплення нижнього бобу, кількість бобів на рослині, кількість насіння з однієї рослини та його маса.

Показники структури врожаю першого строку посіву наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

**Структура врожаю різних генотипів нуту в ранній строк сівби
(1 строк 15 квітня 2018 року)**

Сорт	КРТС, %	Висота рослин, см.	ВРНБ, см.	КБР, шт.	КНР, шт.	МНР, г
Буджак (Нац.ст.)	35	43,7±2,05	26,1±1,50	23,0±4,74	19,7±4,17	8,1±1,50
Розанна	25	42,4±2,25	16,2±1,56	29,0±3,46	25,8±3,27	12,4±0,97
Антей	50	52,6±1,04	34,8±1,31	25,3±4,14	25,3±4,75	10,3±1,36
Пам'ять	25	39,0±2,98	28,6±1,35	20,0±7,59	18,0±7,64	8,8±2,22
Тріумф	65	46,1±1,19	33,1±0,95	19,1±2,08	22,6±2,78	7,7±0,69
Краснокутський 123	45	51,7±1,45	38,0±1,33	22,6±5,52	22,0±5,97	7,9±1,97
Красноградський 213	45	55,6±1,36	36,1±2,56	28,3±4,66	29,4±5,60	8,3±1,44
Скарб	20	42,7±1,66	27,7±3,10	24,5±4,84	20,0±4,03	8,7±1,91
KCI 12/18	45	44,2±1,78	29,8±2,42	18,1±2,65	15,0±2,63	4,6±0,56
Espasola	35	42,6±1,94	27,3±1,94	34,9±9,97	31,6±8,87	14,4±3,51
Йордан	15	46,0±2,12	27,3±2,04	37,0±9,82	33,0±9,95	16,0±4,24
KCI 16/18	55	47,8±1,62	13,4±0,92	19,4±1,63	23,2±2,30	8,9±0,62
Александрит	45	45,8±1,68	32,1±2,61	14,6±1,94	17,8±2,74	7,3±0,53
Пегас	40	51,1±1,63	38,2±1,34	20,0±3,71	19,7±3,24	6,4±0,75
Азкан	25	53,2±1,52	38,0±1,41	35,0±10,97	36,0±11,24	14,2±3,88
НІР ₀₅		4,1	6,2	5,7	5,2	2,7

За загальними результатами, згідно класифікатору рослин нуту, по висоті ми маємо шість генотипів які володіли середньою довжиною стебла та

дев'ять з довгим стеблом. За висотою рослин виділилися генотипи Антей, Краснокутський 123, Красноградський 213, Пегас та Азкан; ці показники становили 52,6см, 51,7см, 55,6см, 51,1 см та 53,2 см відповідно, що переважає національний стандарт України Буджак на 14 – 21%. Інші досліджувані зразки мали результати в межах, для довгих 46 – 47,8см., та для середніх 39,00 – 45,8см.

За за результатами вимірів висоти кріплення нижнього бобу дані генотипи можемо класифікувати по групам як: 1 генотип з низьким кріпленням нижнього бобу (10 – 15 см), 1 - з середньою висотою кріплення нижнього бобу (16 – 20 см), 6 - з високою точкою кріплення нижнього бобу (21 – 30 см) та 7 - з дуже високою точкою кріплення нижнього бобу (> 30 см). Виділилися такі генотипи як Розанна та КСІ 16/18, які мали найнижчу точку кріплення нижнього бобу, а саме 16,2 см («середнє») та 13,4 см («низьке») відповідно, адже чим нижча точка кріплення нижнього бобу тим більша частина стебла є продуктивною. Хоч ці зразки і мають «низьке» розташування бобів над поверхнею ґрунту, проте є технологічними, так як питання збирання посівів нуту вирішено створенням спеціалізованих жаток типу Flexi, які можуть скошувати рослини на рівні 10 см від поверхні ґрунту. Тому недоліки низького розміщення нижнього бобу для технології вирощування вирішене агротехнічно. Інші генотипи мали значення в діапазоні 26,1см – 38,2см, що говорить про «високу» та «дуже високу» висоту кріплення нижнього бобу. Показники висоти рослини та висоти кріплення нижнього бобу хоча є і фенологічними ознаками, одночасно вони є досить важливими для оцінки продуктивності та технологічності генотипів нуту, адже завдяки цьому ми можемо обрахувати продуктивну висоту стебла (табл. 4.2).

За параметром відсотка продуктивного стебла виділилися такі генотипи, як Розанна, Буджак, Йордан та КСІ 16/18, які мали значення 61,79%, 40,20%, 40,58% та 72,05% відповідно. Це говорить про те, що відстань між їхніми

генеративними міжвузлями коротша і вони мають більше можливостей сформувати велику кількість бобів на одній рослині. Найменші результати мали такі генотипи як Пам'ять, Тріумф, Краснокутський 123, Александрит, Пегас та Азкан, продуктивна висота стебла яких не перевищували 30%, а їх значення : 26,67%, 28,33%, 26,45%, 29,85%, 25,18% та 28,57% відповідно. Результати інших генотипів були у межах 32,66 – 35,91%, та не перевищували стандарт Буджак, який мав значення 40,20%.

Таблиця 4.2

**Відсоток продуктивного стебла генотипів нуту звичайного
при ранньому строку сівби, 2018 - 2020 рр.**

Сорт	Відсоток продуктивного стебла, %			Середнє за 2018 - 2020
	2018	2019	2020	
1	2	3	4	5
Буджак (Ст.)	61,79	41,78	50,05	44,73
Розанна	33,84	60,81	41,69	50,56
Антей	26,67	37,16	50,95	40,85
Пам'ять	28,33	32,20	49,12	37,19
Тріумф	26,45	34,24	-	31,38
Краснокутський 123	35,00	18,78	-	23,01
Красноградський 213	40,20	30,93	49,40	38,62
Скарб	35,09	40,93	47,46	41,11
KCI 12	32,66	58,30	-	38,72
Espacola	35,91	44,95	-	42,67
Йордан	40,58	49,31	-	41,54
KCI 16	72,05	42,47	-	71,04

Продовження таблиці 4.2

1	2	3	4	5
Александрит	29,85	70,09	-	34,73
Пегас	25,18	39,91	-	28,23
Азкан	28,57	31,67	52,74	40,41
Ярина	-	41,38	57,64	58,30
НІР ₀₅				9,26

За аналізом результатів за ознакою кількості бобів на одній рослині, згідно класифікатору, було виділено лише три генотипи, які мають за даним параметром оцінку «мала кількість», інші генотипи були на рівні оцінки «дуже мала» кількість бобів з однієї рослини. Зразки, які виділилися за даною ознакою - Espasola, Йордан, Азкан показниками «мала» кількість бобів на рослині: 34,9 шт., 37,0 шт. та 35,0 шт. відповідно. Найменші показники мали генотипи Тріумф (19,1 шт.), КСІ 12/18 (18,1 шт.), КСІ 16/18 (19,4 шт.), Александрит (14,6 шт.). Кількість бобів інших генотипів коливалася в межах 20 – 29 шт.. На нашу думку червнева посуха в період цвітіння мала досить негативний вплив на формування та проходження фази цвітіння нуту, досить велика кількість квіток не зав'язала бобів і не дала змогу реалізувати генетичний потенціал навіть продуктивних сортів нуту.

За ознакою «кількості насіння на одній рослині» за першого строку сівби можна розбити дані генотипи на дві групи, а саме: з «малою» (3 генотипи) та «дуже малою» кількістю насіння з однієї рослини (12 генотипів). Найбільшу кількість насіння з однієї рослини мали сорти Espasola (31,6 шт.), Йордан (33,0 шт.), Азкан (36,0 шт.), що відносить їх до першої виділеної групи. Показники інших генотипів коливалися в межах 15,0 – 29,4 штук насінин із рослини. Найнижчі показники з даної групи генотипів мали Пам'ять (18,0 шт.), КСІ 12/18 (15,0 шт.), Александрит (17,8 шт.) та Пегас (19,7шт.), саме ці зразки досить гостро реагували на умови недостатнього

зволоження під час вегетації. Найбільший показник в другій групі мав зразок Красноградський 213 (29,4 шт.), що майже відносить його до першої групи за даною ознакою.

За ознакою маси насіння з однієї рослини всі генотипи класифікуються як форми з «дуже низькою» масою насіння. Але при цьому ми маємо ряд генотипів які дещо виділися. Найбільш продуктивними у перший строк сівби були сорти Йордан (16,0 г), Espasola (14,4 г), Азкан (14,2 г), Розанна (12,4 г). Найнижчі показники маси насіння з однієї рослини мали генотипи КСІ 12/18 (4,6 г), Александрит (7,3 г), Пегас (6,4 г). Інші зразки мали значення в межах 8,3 – 10,3 грам з рослини. Можливо, що на генотипи, які дали низькі результати за даним параметром, могла вплинути площа живлення, адже частина даних генотипів мала більшу кількість рослин які дійшли від посіву до технологічної стиглості, про що йтиметься далі.

Важливим показником є оцінка кількості рослин, які дійшли до технологічної стиглості, адже саме кількість рослин на одному гектарі та оптимальний стеблостій формує високий врожай. За даним параметром значення генотипів при ранній сівбі коливалися в межах 15 – 65%. За кількістю рослин на одиницю площі всі генотипи були розділені на три групи: «середня» кількість рослин – за 50%, «мала» – 26 – 49%, та «дуже мала» – 10 – 25%. До першої групи відносяться три зразки, а саме: Тріумф (65%), КСІ 16/18 (55%) та Антей (50%). Дані генотипи мали найменшу кількість загиблених рослин під дією абіотичних та біотичних чинників під час вегетативного періоду 2018 року. До другої групи належать 7 генотипів, це – Буджак (35%), Краснокутський 123 (45%), Красноградський 213 (45%), КСІ 12/18 (45%), Espasola (35%), Александрит (45%), Пегас (40%). До цієї ж групи належить Національний стандарт Буджак, що свідчить про те, що даний генотип досить гостро реагує на дану технологію вирощування і не може бути рекомендованим до строків сівби. До третьої групи слід віднести 5 генотипів, які мали найменшу кількість рослин що дійшли до технологічної

стиглості при ранньому строці сівби: Розанна (25%), Пам'ять (25%), Скарб (20%), Йордан (15%) та Азкан (25%). Дані зразки найгостріше реагували на вплив абіотичних та біотичних факторів.

Показники структури врожаю другого строку сівби наведені в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3

**Структура врожаю різних генотипів нуту в оптимальний строк сівби
(2 строк 22 квітня 2018 року)**

Сорт	КРТС, %	Висота рослин, см.	ВРНБ, см.	КБР, шт.	КНР, шт.	МНР, г
Розанна	20	54,0±1,70	22,2±1,66	32,7±8,84	30,5±7,22	10,2±1,72
Пам'ять	35	52,4±0,97	15,6±1,41	28,3±6,04	27,4±7,08	10,1±1,92
Тріумф	30	50,8±3,28	30,8±1,48	24,7±3,27	26,8±3,08	9,5±1,41
Краснокутський 123	60	46,0±1,53	32,0±1,37	19,9±2,21	24,2±3,35	7,2±0,84
Красноградський 213	20	51,3±2,47	14,3±2,42	15,0±7,84	16,3±15,15	7,3±3,69
Орнамент	15	53,0±1,63	30,0±2,86	37,0±2,55	28,7±1,08	12,0±0,41
Тарас Бульба	10	49,2±2,83	31,9±2,83	25,7±3,54	22,2±1,41	11,2±0,00
Одисей	20	45,5±2,11	15,8±3,09	29,2±8,88	26,3±9,64	12,0±3,43
КСІ 12/18	40	45,2±0,27	18,5±1,18	26,5±3,95	23,2±3,40	11,0±1,71
КСІ 16/18	30	53,3±2,17	17,2±1,34	37,8±2,79	37,3±2,68	14,5±0,85
Пегас	25	54,0±1,52	22,2±1,39	32,7±7,03	30,5±6,74	10,2±2,63
Азкан	20	52,4±2,47	15,6±1,73	28,3±2,56	27,4±3,57	10,1±1,49
Заволзький	30	50,8±1,85	30,8±1,80	24,7±8,66	26,8±8,10	9,5±2,75
НІР ₀₅		2,95	6,75	5,97	4,63	1,8

За параметрами висоти слід виділити дві групи, які мали «довге» та «середнє» стебло. До групи з довгим стеблом ми можемо віднести 11 генотипів висота яких перевищувала 45 см. Серед зразків з довгою висотою рослин виділилися Розанна, Орнамент, КСІ 16/18, Пегас та Азкан, значення яких становило: 54,0 см, 53,0 см, 53,3 см, 54,0 см та 52,4 см, відповідно.

Показники інших генотипів коливались в межах 46 – 51,3 см. Групу з середньою довжиною стебла виділено складали 2 сорти, а саме: Одисей та КСІ 12/18 з висотою рослин 45,5 см. та 45,2 см. відповідно.

За ознакою висоти кріплення нижнього бобу виділено чотири групи рослин: з низьким, середнім, високим та дуже високим кріпленням нижнього бобу. До групи з низьким розташуванням бобів над рівнем ґрунту виділено сорт Красноградський 213 з точкою кріплення на рівні 14,3 см. До групи з середньою висотою розташування нижнього бобу виділено 5 генотипів, а саме: Пам'ять, КСІ 12/18, КСІ 16/18, Одисей та Азкан, значення яких становили: 15,6 см, 18,5 см, 17,2 см, 15,8 см. та 15,6 см, відповідно. До третьої групи було віднесено 2 генотипи Пегас та Розанна боби в яких розташовувались на висоті 22,2 см над рівнем ґрунту. Четверту групу, з найвищими показниками кріплення нижнього бобу складали 5 зразків такі як, Тріумф, Краснокутський 123, Орнамент, Тарас Бульба та Заволзький – 30,8 см, 32,0 см, 30,0 см, 31,9 см та 30,8 см, відповідно. Результати дослідження відсотку продуктивного стебла при оптимальних строках сівби наведені в таблиці 4.4. Найвищі показники мали Пам'ять, Орнамент та Тарас Бульба, продуктивна частина стебла яких становила 70,30%, 72,08% та 76,19%. Найменшими величинами за цією ознакою характеризувались зразки Тріумф, Краснокутський 123, Красноградський 213, КСІ 12/18: 39,34%, 30,43%, 38,71%, 35,28%, відповідно. Значення інших генотипів за даним показником варіювало в межах 43,40 – 67,81%.

За показником кількості бобів з рослини було сформовано дві групи зразків: генотипи з «малою» та «дуже малою» кількістю даного показнику. До групи з малою кількістю бобів потрапили 4 сорти, значення яких перевищували 30 шт. на рослині. Відзначилися Розанна, Орнамент, КСІ 16/18 та Пегас, кількість бобів у яких на рослині складала: 32,7 шт, 37,0 шт, 37,8 шт та 32,7 штук, відповідно. До другої групи включено 9 генотипів, які не подолали межу в 30 шт. бобів з рослини. Найменші показники в даній групі

були у зразків Краснокутський 123 та Красноградський 21,3, що сформували 19,9 та 15,0 бобів на рослині, відповідно. Значення інших показників коливалися в межах 24,7 – 29,2 шт./рослини.

Таблиця 4.4

Відсоток продуктивного стебла генотипів нуту звичайного за оптимального строку сівби, 2018 р.

Сорт	Відсоток продуктивного стебла, %
Розанна	58,80
Пам'ять	70,30
Тріумф	39,34
Краснокутський 123	30,43
Красноградський 213	38,71
Орнамент	72,08
Тарас Бульба	76,19
Одисей	43,40
КСІ 12/18	35,28
КСІ 16/18	65,20
Пегас	63,55
Азкан	59,12
Заволзький	67,81

Результат аналізу генотипів за показником кількості насіння з однієї рослини дозволив також сформувати дві групи за цим показником. До першої групи належать генотипи з кількістю насіння більше ніж 30 шт.. Цю групу складають 3 генотипи, а саме: Розанна, КСІ 16/18 та Пегас, які мали значення: 30,5 шт, 37,3 шт та 30,5 штук насіння з рослини. Інші 10 генотипів були віднесені до групи з дуже малою кількістю насіння з однієї рослини. Найменше значення цього показника в даній групі було у генотипу Красноградський 213 і становило 16,3 насінин/рослини. Досліджуваний показник у інших генотипів коливалася в межах 22,2 – 28,7 шт. насінин, це говорить про те що вони мають досить низькі показники даного параметра.

При сівбі у другий строк за масою насіння з однієї рослини чіткої переваги того чи іншого генотипу не спостерігалось, адже за цим параметром

господарської цінності всі генотипи належать до групи з «дуже низькою» масою насіння з однієї рослини. Дещо віділились за цією ознакою такі генотипи: КСІ 16/18, Одисей, Орнамент і Тарас Бульба. Продуктивність цих сортів становила 14,5 г, 12,0 г, 12,0 г та 11,2 грам з однієї рослини, відповідно. Вони характеризувались найбільшими показниками в загальній групі досліджуваного матеріалу за цим параметром. Найменші величини продуктивності спостерігались у зразків Краснокутський 123 та Красноградський 213, значення яких становили 7,2 г та 7,3 г відповідно. Маса насіння з однієї рослини інших генотипів варіювалась в межах 9,5 – 10,2 г/рослини.

За кількістю рослин, які дійшли до технологічної стиглості, слід виділити, три групи. До першої групи належить лише сорт Краснокутський 123 зі значенням 60 %. Це генотип з найбільшою кількістю рослин, які сформували врожай за оптимального строку сівби в умовах Південного Степу України. Другу групу сформували 5 генотипів з показниками, які коливались у межах 30 – 40% рослин, а саме: Пам'ять (35%), Тріумф (30%), КСІ 12/18 (40%), КСІ 16/18 (30%) та Заволзький (30%). До третьої групи належать 7 сортів з найменшою кількістю рослин, які дали врожай за оптимального строку сівби: Розанна (20%), Красноградський 213 (20%), Орнамент (15%), Тарас Бульба (10%), Одисей (20%), Пегас (25%) та Азкан (20%).

За другого строку посіву сівби 22 квітня 2018 року надважливу роль відіграла волога ґрунту, це дуже чітко видно по кількості рослин, які вижили і дали врожай. Слід відмітити Краснокутський 123. Це єдиний зразок, який мав кількість виживших рослин більше 50%, а саме – 60%. По структурі врожаю є дуже значна різниця між сортами, висіяними в різні строки. І якщо порівнювати рослини одного і того ж зразку, можна зробити висновки, що сівба в ранній посів строк, 15 квітня 2018 року, хоча і позитивно впливає на кількість пророслих рослин, проте має негативний вплив на показники структури врожаю, у тому числі на кількість бобів, кількість зерна з однієї

рослини, та на масу цього зерна.

Велику роль на початку вегетації відіграє стійкість рослин до збудників фузаріозу та інших кореневих гнилей. Саме стійкі форми мали змогу дати врожай і дійти до фази технологічної стиглості. Слід відмітити такі номери як: Антей, Тріумф, КСІ 16/2018. Ці номери характеризувались формуванням найбільшої кількості рослин, які вижили за несприятливих умов. Як було вище сказано, хоча ми і прослідковуємо позитивний вплив ранніх строків сівби на схожість рослин, але вплив стресового фактору знижує показники врожаю, тому в подальшій роботі потрібно відокремити зразки з толерантною реакцією на вплив низьких позитивних температур і ввести в селекційну програму для гібридизації та отримання високоврожайних сортів, придатних для ранніх та надранніх строків сівби.

У 2019 році закладання дослідів відбулося 10 квітня. У цей період мінімальна температура становила $+3^{\circ}\text{C}$, максимальна – $+23,1^{\circ}\text{C}$, середньодобова – $+10,2^{\circ}\text{C}$.

Дані структурного аналізу представлені в таблиці 4.5.

За довжиною стебла за раннього строку сівби нуту звичайного у 2019 році слід виділити дві групи – з «довгим» та «середнім» стеблом. До першої групи належать 7 генотипів, у тому числі: Буджак – 45,0 см, Антей – 51,4 см, Тріумф – 51,40 см, Красноградський 213 – 47,20 см, Ярина – 49,40 см, КСІ 16/19 – 46,80 см та Азкан – 52,20 см. Дані зразки мали значення довжини стебла рослини вище 45 см. До другої групи входять 9 генотипів, а саме: Розанна, Пам'ять, Краснокутський 123, Скарб, КСІ 12/19, Espasola, Йордан, Александрит та Пегас. Значення довжини стебла даних сортів коливалося в межах 41 – 44,4 см, що відповідає градації «середня довжина» стебла даних генотипів.

За висотою кріплення нижнього бобу слід виділити 4 групи генотипів з «низькою», «середньою», «високою» та «дуже високою» висотою кріплення бобу.

Таблиця 4.5

**Структура врожаю різних генотипів нуту в ранній строк сівби
(1 строк 10 квітня 2019 року)**

Сорт	КРТС, %	Висота рослин, см.	ВРНБ, см.	КБР, шт.	КНР, шт.	МНР, г
Буджак ст.	40	45,0±0,94	26,2±3,13	22,20±2,4	16,8±2,19	4,4±0,76
Розанна	25	44,4±1,60	17,4±0,97	24,8±1,75	21,8±1,52	10,6±0,52
Антей	45	51,4±1,23	32,3±2,33	23,2±3,24	21,2±6,5	8,6±2,32
Пам'ять	40	41,00±1,32	27,80±1,14	22,60±1,92	16,40±1,30	5,60±0,57
Тріумф	70	51,40±2,08	33,80±0,89	25,00±2,29	18,60±1,60	5,60±0,91
Краснокутський 123	45	42,60±3,09	34,60±2,39	18,60±2,11	20,40±1,79	6,20±0,42
Красноградський 213	40	47,20±2,38	32,60±0,67	20,40±1,92	17,00±2,03	5,20±0,42
Скарб	20	43,00±1,66	25,40±0,91	19,80±2,30	16,80±2,41	7,70±1,05
КСІ 12/19	35	43,60±1,48	24,00±1,22	15,60±1,04	12,80±0,42	4,00±0,35
Espasola	35	43,40±0,84	22,00±1,06	30,20±0,82	24,80±0,96	11,60±0,45
Йордан	25	43,80±0,65	25,20±0,82	26,80±2,68	23,20±2,48	13,40±0,76
КСІ 16/19	60	46,80±1,52	14,00±0,79	16,80±1,08	16,40±1,04	6,56±0,22
Александрит	55	42,60±1,44	25,60±1,30	21,20±1,92	15,60±1,79	5,88±0,93
Пегас	40	44,20±2,63	30,20±1,02	17,80±0,89	12,20±0,74	4,48±0,19
Азкан	35	52,20±0,74	30,60±1,48	23,60±2,28	18,60±1,30	9,00±1,00
Ярина	55	49,40±1,35	20,60±0,57	21,20±2,10	19,20±1,67	7,40±0,91
НІР ₀₅		3,5	5,7	4,3	3,7	2,8

До пешої групи відноситься лише 1 генотип, це – КСІ 16/19 зі значенням даного параметру 14 см. Другу групу з середньою висотою даного параметру складає також 1 генотип, сорт Розанна, з показником 17,4 см. До групи з високим кріпленням бобу входять 8 генотипів, такі як Буджак, Пам'ять, Скарб, Ярина, КСІ 12/19, Espasola, Йордан та Александрит. Значення висоти прикріплення нижнього бобу у даних генотипів коливалося в межах

20,60 – 27,80 см. До четвертої групи з найвищою висотою розташування нижнього бобу віднесено 6 зразків, у тому числі Антей – 32,3 см, Тріумф – 33,80 см, Краснокутський 123 – 34,60 см, Красноградський 213 – 32,60 см, Пегас – 30,20 см та Азкан – 30,60 см. Дані генотипи, маючи досить високий показник прикріплення нижнього бобу, за нашими спостереженнями та результатами розрахунку відсотка продуктивного стебла, мали досить низький показник цього параметру.

Результати розрахунку відсотка продуктивного стебла раннього строку сівби нуту 2019 року представлено в таблиці 4.2

Дані свідчать, що за кількістю продуктивного стебла виділилися такі генотипи, як Розанна – 60,81%, КСІ 12/19 – 58,30% та Александрит – 70,09%. Вони мали найвищі показники даного параметру. Найнижчими відсотками за даною ознакою характеризувались Антей – 37,16%, Пам'ять – 32,20%, Тріумф – 34,24%, Краснокутський 123 – 18,78%, Красноградський 213 – 30,93%, Пегас – 39,91% та Азкан – 31,67%. Значення кількості продуктивного стебла інших генотипів коливалися в межах 40,93 – 49,31%.

За показником кількості бобів з однієї рослини всі досліджувані зразки були розділені на дві групи - з «низька» та «дуже низька» кількість. До першої групи належить лише 1 генотип – Espasola, рослини якого сформували 30,20 шт. бобів на одній рослині. Другу групу складали 15 сортів, що характеризувались показниками, значення яких коливалися в межах 15,6 – 26,8 шт. Серед цієї групи виділився Йордан – 26,8 бобів/рослині. Він мав найбільшу кількість бобів серед генотипів за ознакою «дуже низька» кількість. Найнижчими показниками характеризувались зразки КСІ 12/19, КСІ 16/19 та Пегас, що складали 15,6, 16,8 та 17,8 шт. бобів на одній рослині, відповідно.

Результати дослідження кількості насіння з однієї рослини показали, що всі генотипи мали оцінку на рівні «дуже низька». Серед генотипів слід виділити ті, що характеризувались найбільшими показниками, а саме

Espasola – 24,8 шт, Йордан – 23,2 шт., Розанна – 21,8 шт., Антей – 21,2 шт. та Краснокутський 123 – 20,4 шт. бобів з рослини. Значення інших генотипів не перевищувало величину 20 штук і коливалось у межах 12,8 – 19,2 насінин з однієї рослини.

При вивченні цінної господарської ознаки «маси насіння з рослини» не спостерігалось суттєвої переваги серед зразків, які досліджувались, адже всі генотипи за оцінкою даного показника знаходилися на рівні «дуже низької маси». Величина маси насіння з рослини у досліджуваних зразків за раннього строку сівби у 2019 році коливалися від 4,0 до 13,4 г з рослини. Серед проаналізованих сортів нуту найбільшими показниками маси насіння 11,6 г, 13,4 та 10,6 г володіли Espasola, Йордан та Розанна.

За результатами розрахунку кількості рослин, що збереглися до технологічної стиглості, були виділені три групи, згідно з “Методики проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп’яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні” [162]. Першу групу складали 4 генотипи, які мали значення більші ніж 50%, такі як Тріумф – 70%, Александрит – 50%, КСІ 16/19 – 60% та Ярина – 55%. Дані генотипи володіли найбільшими показниками життєздатності при ранньому строку сівби. Другу групу сформували зразки, кількість яких варіювала між 25 та 50%. До даної групи увійшло 11 генотипів, а саме: сорт нуту Буджак, якого збереглося до технологічної стиглості 40%, Розана – 25%, Антей – 45%, Память – 40%, Краснокутський 123 – 45%, Красноградський 213 – 40%, КСІ 12/19 – 35%, Espasola – 35%, Йордан – 25%, Пегас – 40%, Азкан – 35%. До третьої групи належить лише один сорт, а саме Скарб – 20%, що досить гостро реагував на абіотичні та біотичні фактори під час вегетативного періоду 2019 року.

Посушливі погодні умови весною у 2019 році негативно вплинули на з’явлення сходів рослин нуту. Це ще раз підтверджує про необхідність створення форм нуту з можливістю до сівби у ранніх та надранніх строках,

завдяки чому насіння нуту встигає використати необхідний запас вологи з ґрунту для проростання та формування оптимального стеблостою.

У 2020 році насіння досліджуваних зразків було висіяне 25 березня. У цей час мінімальна температура третьої декади березня становила $-0,8^{\circ}\text{C}$, максимальна – $+17,3^{\circ}\text{C}$, середня $+7,1^{\circ}\text{C}$. Після безсніжної зими і сухої весни (суттєві дощі випали тільки у третій декаді травня та у червні) рослини відчували значний дефіцит вологи, їх ріст і розвиток був пригнічений. За таких умов дослід у 2020 році мав досить не однозначні результати (табл. 4.6).

Таблиця 4.6

**Структура врожаю різних генотипів нуту за раннього строку сівби
(25 березня 2020 року)**

Сорт	КРТС, %	Висота рослин, см.	ВРНБ, см.	КБР, шт	КНР, шт.	МНР, г
Антей	35	36,6 $\pm$ 1,64	17,95 $\pm$ 0,64	13,45 $\pm$ 1,42	9,60 $\pm$ 1,02	5,10 $\pm$ 0,71
Орнамент	10	48,9 $\pm$ 2,41	28,56 $\pm$ 1,70	16,81 $\pm$ 3,57	12,06 $\pm$ 3,20	5,13 $\pm$ 1,09
Азкан	30	47,0 $\pm$ 1,24	22,21 $\pm$ 1,11	16,95 $\pm$ 0,87	13,63 $\pm$ 1,28	4,89 $\pm$ 0,54
Скарб	15	41,4 $\pm$ 1,95	21,75 $\pm$ 1,43	11,75 $\pm$ 1,45	7,63 $\pm$ 1,49	3,31 $\pm$ 0,75
Заволжський	25	47,6 $\pm$ 1,70	22,71 $\pm$ 1,06	23,59 $\pm$ 4,23	25,71 $\pm$ 4,58	8,18 $\pm$ 1,21
Ярина	35	50,6 $\pm$ 1,86	21,43 $\pm$ 0,95	13,86 $\pm$ 1,18	10,24 $\pm$ 1,36	3,86 $\pm$ 0,47
Розанна	20	53,6 $\pm$ 2,09	31,25 $\pm$ 1,72	16,75 $\pm$ 1,71	9,63 $\pm$ 1,84	2,75 $\pm$ 0,63
Красноградський 213	40	52,1 $\pm$ 1,68	26,36 $\pm$ 1,36	23,27 $\pm$ 4,00	16,91 $\pm$ 4,16	5,36 $\pm$ 1,37
Тарас Бульба	20	49,2 $\pm$ 1,83	27,00 $\pm$ 1,37	18,19 $\pm$ 2,98	15,31 $\pm$ 3,74	4,75 $\pm$ 1,15
Пам'ять	35	51,5 $\pm$ 1,48	26,20 $\pm$ 0,69	20,60 $\pm$ 3,11	18,00 $\pm$ 3,85	5,20 $\pm$ 1,27
Буджак	35	36,7 $\pm$ 2,84	18,33 $\pm$ 2,02	19,22 $\pm$ 2,97	16,44 $\pm$ 3,00	5,56 $\pm$ 1,09
НІР ₀₅		7,11	5,03	4,4	6,08	1,6

Слід зазначити, що у 2020 році кількість генотипів, яка збереглася до технологічної стиглості, була значно меншою, ніж у 2018-2019 рр. Дана тенденція спостерігається із-за нетипової сухої весни та, в загальному, посушливому вегетаційному періоді. Також дані фактори мали вплив на господарські характеристики нуту звичайного.

За показником висоти рослини нуту звичайного виділені дві групи, генотипи з «високим» та «середнім» стеблом. Згідно «Широкого

уніфікованого класифікатора роду *Cicer L.*» [160] серед проаналізованих зразків до першої групи можна віднести 8 генотипів, довжина стебла яких коливалась в межах 47 – 53,6 см. Відзначилися такі сорти, як Ярина, Розанна, Красноградський 213 та Пам'ять, що володіли висотою стебла: 50,6 см, 53,6 см, 52,1 см та 51,5 сантиметрів, відповідно. До групи за середньою довжиною стебла увійшли 3 генотипи, висота яких коливалась у межах 36,6 – 41,4 см. Найменші показники в даній групі мали сорти нуту Антей та Буджак: 36,6 см та 36,7 см, відповідно.

За показником висоти прикріплення нижнього бобу над поверхнею ґрунту слід відмітити три групи зразків: з «дуже високою», «високою» та «середньою» відстанню від кореневої шийки до 1-го продуктивного вузла. Високим прикріпленням, нижнього бобу характеризувались 8 генотипів, показники яких коливались у межах 21,75 – 28,56 сантиметрів. Решта, 2 сорти нуту – Антей та Буджак мали середню висоту прикріплення нижнього бобу: 17,95 см та 18,33 см, відповідно. Найвищим показником 31,25 см володів лише один генотип, а саме Розанна, що характеризує його як зразок з дуже високою висотою прикріплення нижнього бобу над поверхнею ґрунту.

Дослідження показника відсотку продуктивного стебла посіву 2020 року (табл. 4.6) показали, що кращими були генотипи Антей, Азкан, Ярина та Буджак, відсоток продуктивного стебла яких складав 50,95; 52,74; 57,64 та 50,05, відповідно.

Відсоток продуктивного стебла інших генотипів знаходився в межах 41,59 – 49,40%.

Результати вивчення зразків за ознакою кількість бобів на рослині вказало на низькі значення показників за цією ознакою, що характеризує всі генотипи як зразки з «дуже малою» кількістю бобів на одній рослині. Проте частина зразків мали відносну перевагу за даним показником над іншими, а саме: Заволжський, Красноградський 213, Пам'ять, які сформували 23,59 шт., 23,27 шт., 20,60 шт. бобів на рослині, відповідно. Найнижчі показники мали

Антей, Скарб та Ярина, у яких на рослині нараховувалось 13,45 шт, 11,75 шт та 13,86 шт. бобів. У інших генотипів значення показнику кількості бобів з однієї рослини знаходилась у межах 16,75–19,22 штук.

Оцінка за показником кількості насіння з однієї рослини показала, що у всіх генотипів вона була на рівні дуже «малої кількості». Серед досліджуваних зразків дещо виділився сорт нуту Заволжський, який мав значення 25,71 шт. Найменшу кількість насінин на рослині сформували Антей, Скарб та Розанна: 9,60, 7,63 та 9,63 штук. У інших генотипів значення досліджуваного показника знаходилося у межах 10,24–18,00 штук/рослині.

Дослідження свідчать, що маса насіння з однієї рослини, сформована у 2020 році, була дуже низькою – менше 20 г. Серед зразків, які вивчались, за цією ознакою виділився генотип Заволжський, у якого маса насіння складала 8,18 г. Найменшою масою насіння володіли рослини сортів Скарб, Ярина та Розанна, які мали значення: 3,31, 3,86 та 2,75 грам. Значення продуктивності інших генотипів коливалося в межах 4,75–5,56 грам з рослини.

Посушливий вегетативний період досить негативно вплинув на кількість рослин які дійшли до технологічної стиглості. Даний показник коливався від 10 – 40%. Таким чином, серед генотипів, які вивчались, були такі, виживаність яких складала майже 10%. Саме таким сортом виявився Орнамент. Тому його ми не рекомендували використовувати в технології вирощування нуту за ранніх строків сівби.

За результатами отриманих результатів досліджень, проведених впродовж трьох років, було проведено узагальнений статистичний аналіз ранніх посівів нуту звичайного для виявлення генотипів, які найкраще відзивалися на дану технологію вирощування в умовах півдня України. Результати даного аналізу представлено в таблиці 4.7.

Трирічне дослідження однієї із основних ознак, яка характеризує інтенсивність росту і розвитку рослин, висоти центрального стебла, дозволило розділити данні генотипи на дві групи. Першу груп складали

рослини з «середньою» висотою стебла 36 – 45 см, другу – з високою висотою стебла 46 – 60 см. До першої групи можна віднести 8 генотипів, значення висоти яких коливалося в межах 40,20 – 44,90 см. Другу групу також сформували 8 зразків, які мали досить високу довжину стебла 47,15 – 51,63 см, що, згідно «Широкого уніфікованого класифікатора роду *Cicer L.*» [160], характеризувалися як «довге» (за градацією 46 – 60 см). Слід виділити зразки Красноградський 213 та Азкан, які володіли довжиною стебла 51,63 та 50,80 см, відповідно. У них спостерігались найвищі показники довжини стебла впродовж трьох років дослідження.

Таблиця 4.7

**Структура врожаю різних генотипів нуту за раннього строку сівби
(середнє за 2018 – 2020 рр.)**

Сорт	КРТС, %	Висота рослин, см.	ВРНБ, см.	КБР, шт.	КНР, шт.	МНР, г
Буджак (Нац.ст.)	36,67	40,20±3,5	22,22±3,89	21,11±1,89	18,07±1,63	6,83±1,27
Розанна	23,33	48,00±5,6	23,73±7,53	22,88±6,13	17,72±8,09	7,58±4,83
Антей	43,33	44,60±8	26,38±8,43	19,38±5,93	17,45±7,85	7,70±12,6
Пам'ять	33,33	43,83±4,75	27,53±0,86	21,07±0,96	17,47±0,65	6,53±1,4
Тріумф	67,50	48,75±2,65	33,45±0,35	22,05±2,95	20,60±2	6,65±1,05
Краснокутський 123	45,00	47,15±4,55	36,30±1,7	20,60±2	21,20±0,8	7,05±0,85
Красноградський 213	41,67	51,63±2,98	31,69±3,49	23,99±2,83	21,10±5,08	6,29±1,23
Скарб	18,33	42,37±0,6	24,95±2,12	18,68±4,56	14,81±4,54	6,57±2,03
КСІ 12	40,00	43,90±0,3	26,90±2,9	16,85±1,25	13,90±1,1	4,30±0,3
Espasola	35,00	43,00±0,4	24,65±2,65	32,55±2,35	28,20±3,4	13,00±1,4
Йордан	20,00	44,90±1,1	26,25±1,05	31,90±5,1	28,10±4,9	14,70±1,3
КСІ 16	57,50	47,30±0,5	13,70±0,3	18,10±1,3	19,80±3,4	7,73±1,17
Александрит	50,00	44,20±1,6	28,85±3,25	17,90±3,3	16,70±1,1	6,59±0,71
Пегас	40,00	47,65±3,45	34,20±4	18,90±1,1	15,95±3,75	6,40±0,96
Азкан	30,00	50,80±2,35	30,27±5,59	25,18±6,45	22,74±8,31	9,36±3,3
Ярина	45,00	49,40±0,6	20,60±0,41	21,20±3,67	19,20±4,48	7,40±1,77
НІР ₀₅	6,6	2,59	3,32	2,82	2,57	1,43

За результатами вивчення висоти прикріплення нижнього бобу, або відстані від кореневої шийки до 1-го продуктивного вузла, всі досліджувані генотипи було розділено на три групи. Перша група нараховувала п'ять зразків з дуже високим прикріпленням нижнього бобу (більше 30,0 см), у

тому числі Триумф (33,45 см), Краснокутський 123 (36,30 см), Красноградський 213 (31,69 см), Пегас (34,2 см) та Азкан (30,27 см). До другої групи належали генотипи з високим прикріплення нижнього бобу (21 – 30 см, згідно градації класифікатору). До цієї групи входили 10 зразків параметри відстанні від кореневої шийки до 1-го продуктивного вузла яких коливалися від 20,6 до 28,85 см. До третьої групи було віднесено лише один зразок, який володів дуже низьким прикріпленням нижнього бобу, а саме – КСІ 16 – 13,7 см.

За вивченням відсотка продуктивного стебла, впродовж трьох років досліджень, слід виділити дві групи. У першій групі відсоток продуктивного стебла складав більше 50%, у другій – меншим ніж 50% (табл. 4.2). Слід відзначити три генотипи, показники продуктивного стебла яких у сорту Розанна знаходились на рівні 50,56%, у зразку КСІ 16 – 71,04% та в Ярина – 58,3%. Дані генотипи мають найбільше співвідношення продуктивної частини стебла до його висоти, тому для подальшої роботи по створенню високопродуктивних форм нуту звичайного адаптованих для ранньої технології вирощування ці зразки мають цінність.

До другої групи входять тринадцять генотипів зі значенням показників продуктивного стебла менше 50%. Величини за цією ознакою коливалися 23,01% (Краснокутський 123) – 44,73% (Буджак).

За ознакою «кількість бобів» на рослині, згідно градації класифікатора, досліджувані генотипи можна розділити на дві групи. До першої слід віднести два зразки з «малою» кількістю бобів з однієї рослини, а саме Espacola – 32,55 шт. та Йордан – 31,90 шт.. Дані зразки володіють найбільшими за цією градацією показниками серед досліджуваних номерів впродовж трьох років. Другу групу складають 14 генотипів, які сформували «дуже мало», від 16,85 (КСІ 12) до 25,18 (Азкан), штук бобів на рослину.

За результатами вивчення кількості насінин з однієї рослини генотипи класифікуються, як «дуже мала». Лише генотипи Espacola – 28,2 шт. та

Йордан – 28,10 шт. за своїми значеннями були близькими до 30 шт.. Значення інших зразків коливалося в межах 13,90 (КСІ 12) – 22,74 шт. (Азкан).

Однозначно, що така мала кількість сформованого насіння на рослині впливала на результати, що відображають його масу ($r=0,89$; $R^2=79\%$). Отже, дана господарська ознака, у досліджуваних зразків відзначалася оцінкою «дуже низька», що відповідає градації класифікатора менше 20 г. Маса насіння з однієї рослини основної кількості сортів була меншою 10,0 г і коливалися в межах 4,30 – 9,36 г. Дещо вищою вона спостерігалась у генотипів Espasola – 13 г та Йордан – 14,7 г.

Дослідження кількості рослин, які дійшли до технологічної стиглості, за результатами трьох років, показали, що кращими були генотипи КСІ 16, Александрит, Тріумф, Краснокутський 123 та Ярина, яких збереглося до технологічної стиглості 57,5; 50,0; 67,5; 45,0 та 45%, відповідно. Дані генотипи несуть найбільшу цінність в якості джерел генів стійкості до абіотичних та біотичних факторів, тому володіють високою адаптивною здатністю до технології та умов вирощування. Вживаність інших зразків знаходилась у межах 18,3% – 43,33%.

Таким чином, за результатами досліджень генотипів нуту при ранній технології вирощування, можливо зробити такий висновок, що для використання даного технологічного прийому – сівби в ранні строки потрібно ретельно підібрати сорти, які матимуть стійкість до низьких позитивних температур, хвороб. Тому створення таких генотипів є пріоритетною задачею для селекціонерів.

4.2 Якісні показники рослин нуту звичайного, залежно від гідротермічних умов

Протягом трьох років, а саме 2018, 2019 та 2020 велися спостереження та аналіз генотипів як за елементами урожаю, так і такими показниками як урожайність, вміст білку, маса 1000 насінин. Кожен рік спостережень мав свої

специфічні абіотичні та біотичні фактори, які впливали на розвиток та продуктивність рослин. Одним із головних критеріїв оцінки насіннєвого матеріалу є такі посівні якості як маса 1000 насінин. Результати вивчення освітлені в таблиці 4.8.

Таблиця 4.8

Урожайність, вміст білка та маса 1000 насінин досліджуваних генотипів нуту звичайного (середнє за 2018-2020 рр.)

Назва	Маса 1000 насінин г.			Вміст білка, %			Урожайність, т/га		
	X _{сер}	S _x	V	X _{сер}	S _x	V	X _{сер}	S _x	V
Розанна	328,3	32,85	14,1	22,3	2,10	9,7	0,67	0,245	5,14
Антей	425,3	31,82	10,6	21,5	1,30	6,0	0,71	0,21	4,18
Пам'ять	321,6	28,79	12,7	21,4	0,90	4,6	0,82	0,227	3,90
Тріумф	377,3	27,76	10,4	21,2	2,14	10,1	0,7	0,141	2,86
Красноградський 213	328,6	15,60	6,7	21,1	1,73	8,2	0,75	0,294	5,53
Орнамент	372,3	45,90	17,4	20,6	0,69	3,3	0,72	0,299	5,89
Тарас Бульба	339,6	14,50	6	21,4	0,51	2,4	0,8	0,265	4,7
Одисей	385,0	18,37	6,7	21,5	1,36	6,3	0,7	0,251	5,03
Буджак	374,3	19,18	7,2	21,4	1,78	8,3	0,88	0,174	2,8
Скарб	407,3	4,56	1,6	22,4	2,14	9,6	0,67	0,185	3,9
Розанна	328,3	32,85	14,1	22,3	2,10	9,7	0,67	0,245	5,14
Антей	425,3	31,82	10,6	21,5	1,30	6,0	0,71	0,21	4,18
Пам'ять	321,6	28,79	12,7	21,4	0,90	4,6	0,82	0,227	3,90
Тріумф	377,3	27,76	10,4	21,2	2,14	10,1	0,7	0,141	2,86
Красноградський 213	328,6	15,60	6,7	21,1	1,73	8,2	0,75	0,294	5,53
Орнамент	372,3	45,90	17,4	20,6	0,69	3,3	0,72	0,299	5,89
Тарас Бульба	339,6	14,50	6	21,4	0,51	2,4	0,8	0,265	4,7
Тарас Бульба	339,6	14,50	6	21,4	0,51	2,4	0,8	0,265	4,7
Одисей	385,0	18,37	6,7	21,5	1,36	6,3	0,7	0,251	5,03
Буджак	374,3	19,18	7,2	21,4	1,78	8,3	0,88	0,174	2,8
Скарб	407,3	4,56	1,6	22,4	2,14	9,6	0,67	0,185	3,9
KCI 12	398,0	76,26	27,1	-	-	-	0,56	0,147	3,75
Адмірал	381,3	30,86	11,4	21,9	1,59	7,3	0,86	0,256	4,19
Йордан	381,0	13,09	4,9	21,6	1,12	5,2	0,74	0,188	3,61
KCI 16	401,0	8,15	2,9	21,4	2,14	10,0	0,62	0,256	5,82
Александрит	302,3	2,85	1,3	20,4	0,98	4,8	0,82	0,146	2,52
Пегас	328,6	12,75	5,5	20,5	0,48	2,3	0,91	0,167	2,6
Ярина	378,6	23,72	8,9	20,0	0,62	3,1	0,74	0,257	4,92
Азкан	392,6	27,58	9,9	20,1	2,72	13,5	0,5	0,189	5,4
Заволжський	332,6	7,78	3,3	20,7	2,08	10,0	1,04	0,221	3,00
Чанарит	403,6	75,86	26,6	20,8	2,43	11,7	0,59	0,284	6,79
НІР ₀₅	31,6			2,9			0,11		

Особливу увагу привертає маса 1000 насінин, яка є різною залежно від зміни показників клімату та вологозабезпечення. Адже саме від запасів вологи ґрунту залежить виповненість насіння та якість отриманого врожаю.

Серед представлених зразків слід виділити Антей, Скарб, Туреччина 1, Чанари, маса 1000 насінин яких становила 425,3 г, 407,3 г, 401 г, 403,6 г, відповідно, що класифікує їх як генотипи з дуже великим насінням. Саме середня маса 1000 насінин цих генотипів за три роки була вищою, ніж у інших сортів. Найнижчі показники за цією ознакою були у генотипів Краснокутський 123 та Александрит, а саме: 296,3 г та 302,3 г, відповідно. Інші генотипи мали значення, які коливались в межах 321,6 – 398,0 г.

За вмістом білка у насінні серед представлених генотипів виділяються Розанна і Скарб, так як їхні показники перевищували межу в 22%. Але слід зауважити, що інші генотипи не дуже відставали від наведених вище: різниця між ними знаходилась в межах 1 – 2%. Згідно класифікатора «Широкого уніфікованого класифікатора роду *Cicer L.*» [160], результати вмісту білка за три роки досліджень показали, що у вказані генотипи характеризувались середнім рівнем цього показнику.

Кращою врожайністю виділилися такі генотипи: Память, Краснокутський 123, Буджак, Адмірал, Пегас, Заволжський. Їх значення становили 0,82 т/га, 0,85 т/га, 0,88 т/га, 0,86 т/га, 0,91 т/га, 1,04 т/га, відповідно. Найнижчу урожайність показали КСІ 12, Азкан, Чанарит, які мали значення: 0,56 т/га, 0,5 т/га та 0,59 т/га, відповідно.

Таким чином, результати вивчення показали, що немає генотипів, які б характеризувалися високими показниками за всіма трьома параметрами дослідження. Так, при високій урожайності спостерігається зменшення маси 1000 насінин і – навпаки, при високій масі 1000 насінин формується менша врожайність. Адже, як виявилось при проведенні статистичного аналізу, кореляція між урожайністю та масою 1000 насінин становила $r = -0,6$; $R^2 = 36\%$

(табл. 4.9). А між іншими показниками спостерігався позитивний кореляційний взаємозв'язок, але не значний.

Таблиця 4.9

Кореляційний зв'язок між структурними елементами врожаю та якістю насіння нуту звичайного (середнє за 2018–2020 рр.)

Характеристики	Маса 1000 насінин, г	Вміст білка, %	Урожайність, т/га
Маса 1000 насінин, г	-	0,15	-0,6*
Вміст білка, %	-	-	0,31
Урожайність т/га	-	-	-

Примітка.* - Достовірно при $S_x=95\%$

Проведені розрахунки на виявлення кореляційних взаємозв'язків між гідротермічними показниками та структурними елементами врожаю і якістю насіння, що основні гідротермічні показники мають високий і досить суттєвий вплив на формування величини врожаю (табл. 4.10).

Вплив відносної вологості повітря на формування врожаю насіння нуту в другій половині вегетації був значно нижчий ($r = -0,06$; $R^2=0,36\%$), ніж за час всього періоду вегетації ($r = 0,64$; $R^2= 40\%$), що пояснюється позитивним впливом високої вологості повітря на формування врожаю. Щодо кількості опадів, то спостерігається досить негативна тенденція їх дії на отримання високої врожайності ($r = -0,65$; $R^2= 42\%$).

Аналіз результату досліджень, доводить, що, на жаль, зона ризикованого землеробства, якою є Південний Степ України, досить суттєво позначається на формуванні врожаю даної культури у бік зменшення. Середня температура повітря також має вплив на цей показник, але найбільшим він спостерігався в перший період вегетації ($r = 0,9$; $R^2= 81\%$), коли існував тісніший зв'язок, ніж за весь період вегетації ($r = 0,69$; $R^2= 47\%$).

Таблиця 4.10

Коефіцієнти кореляції між урожайністю нуту та гідротермічними показниками, (конкурсне сортовипробування, середнє за 2018–2020 рр.)

Показник	Урожайність, т/га			Маса 1000 насінин, г.			Вміст білку насіння нуту, %		
	період			період			період		
	березень – серпень	березень – травень	червень – серпень	березень – серпень	березень – травень	червень – серпень	березень – серпень	березень – травень	червень – серпень
Відносна вологість повітря, %	0,64*	0,68*	-0,06	0,97*	0,98*	0,55*	0	1*	-1*
Сума опадів, мм	-0,65*	-0,63*	-0,7*	-0,06	-0,03	-0,13	0	-0,98*	-0,99*
Середня температура повітря, °С	0,69*	0,9*	0,57*	0,98*	0,97*	0,95*	1*	1*	-1*

Примітка: * - Достовірно при $S_x=95\%$

Установлено, що впродовж всього вегетативного періоду існував тісний зв'язок між відносною вологістю повітря та масою 1000 насінин ($r = 0,97$; $R^2 = 94\%$). Але якщо розділити тривалість періоду вегетації нуту на два періоди, то в другий – вплив спостерігався дещо менший ($r = 0,55$; $R^2 = 30,25\%$).

Слід зауважити, що зв'язок між масою 1000 насінин та сумою опадів характеризувався як негативний $r = -0,06$.

Середня температура повітря загалом мала позитивний вплив на формування маси насіння ($r = 0,98$; $R^2 = 96,04\%$), як в першій ($r = 0,97$; $R^2 = 94,09\%$) так і в другій половині ($r = 0,95$; $R^2 = 90,25\%$) вегетації.

Досить своєрідний взаємозв'язок спостерігався між вмістом білка в

насінні та гідротермічними показниками: встановлено позитивний вплив за весь період вегетації тільки лише середньої температури повітря ($r = 1$; $R^2 = 100\%$). Інші гідротермічні показники суттєвого впливу на вміст білка за цей період не проявляли. Але аналіз по періодам вегетації свідчить, що вологість та температура повітря в першу половину вегетації позитивно відзначились на якості насіння – вмісту білка $r = 1$; $R^2 = 100\%$. А у другу половину вегетації між вологістю і температурою повітря та формуванням білку у насінні спостерігався зворотній негативний зв'язок $r = -1$; $R^2 = 100\%$. У свою чергу опади негативно впливали на формування білку під час обох періодів вегетації рослин ($r_1 = -0,98$; $R^2 = 96,04\%$, $r_2 = -0,99$; $R^2 = 98,01\%$). Отже, як свідчить кореляційний аналіз, гідротермічні показники займають не останнє місце у формуванні врожаю та якості насіння нуту звичайного.

На основі показників кореляційних взаємозв'язків було розраховано коефіцієнти детермінації для визначення відсоткового значення впливу даних факторів один на одного. Адже як ми бачимо наявний досить суттєвий вплив гідротермічних показників на продуктивні та якісні параметри посівів нуту в умовах Південного Степу України. Результати представлені в таблиці 4.11.

Таблиця 4.11

Коефіцієнт детермінації між продуктивністю нуту та гідротермічними показниками, (конкурсне сортовипробування, середнє за 2018–2020 рр.)

Показник	Коефіцієнт детермінації, %								
	Урожайність, т/га			Маса 1000 насінин, г			Вміст білку насіння нуту, %		
	період			період			період		
	березень – серпень	березень – травень	червень – серпень	березень – серпень	березень – травень	червень – серпень	березень – серпень	березень – травень	червень – серпень
Відносна вологість повітря, %	40,00	46,24	0,36	94,09	96,04	30,25	0,00	100,00	100,00
Сума опадів, мм	42,00	39,69	49,00	0,36	0,09	1,69	0,00	96,04	98,01
Середня температура	47,00	81,00	32,49	96,04	94,09	90,25	100,00	100,00	100,00

повітря, °C									
-------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Кореляційний аналіз між елементами структури врожаю (табл. 4.12) показав наявність тісного зв'язку між масою насіння з рослини та кількістю бобів і насінин на рослині ($r=0,87$; $R^2=75,69\%$, $r=0,94$; $R^2=88,36\%$).

Таблиця 4.12

**Кореляційний зв'язок між елементами структури врожаю нуту
звичайного (середнє за 2018–2019 рр.)**

Елементи урожаю	Висота рослин	ВРНБ	КБР	КНР	МНР
Висота рослин	-	0,53*	0,46*	0,41*	0,48*
ВРНБ	-	-	0,37	0,35	0,40*
КБР.	-	-	-	0,91*	0,87*
КНР	-	-	-	-	0,94*

Примітка. * - Достовірно при $S_x=95\%$

Середньої сили зв'язок спостерігається між висотою рослини та висотою розташування нижніх бобів ($r=0,53$; $R^2=28\%$).

Між показниками продуктивності (кількість бобів і насінин, маса насіння з рослини) і висотою рослин, а також висотою розташування нижніх бобів існує слабкий позитивний зв'язок ($r=0,35$ ($R^2=12\%$) – $0,48$ ($R^2=23\%$)).

4.3 Дослідження продуктивності ліній, отриманих внаслідок селекції на інтенсивність проростання при низьких позитивних температурах

У 2020–2021 рр. були проаналізовані показники структури урожаю гібридних ліній отриманих в наслідок селекції на інтенсивність проростання при низьких позитивних температурах, одним із батьківських компонентів при створенні яких слугував сорт Ярина. Сорт нуту Ярина має коричневу пігментацію насіння, високоврожайний, стійкий до посухи та фітозахворювань. Він також мав непогану інтенсивність проростання при

+4⁰С, тому ми сподіваємось виявити ознаку холодостійкості у його потомстві. Результати структурного аналізу приведені в таблиці 4.13.

Таблиця 4.13

Структура врожаю ліній гібридного розсаднику F₄ нуту, висіяного в оптимальний строк сівби

№ ділянки	Висота рослин, см	ВРНБ, см.	КБР, шт.	КНР, шт.	МНР, г
Ярина	50,6±1,8	21,4±0,9	13,9±1,1	10,2±1,3	3,9±0,4
5030/20	58,4±3,8	32,4±5,1	22,6±5,2	20,7±5,5	10,7±2,3
5033/20	53,3±2,1	24,9±1,8	29,4±7,1	26,0±8,1	11,7±2,7
5150/20	51,1±1,3	26,0±1,9	24,4±5,2	21,2±6,1	9,4±2,2
5360/20	51,6±2,3	28,3±1,1	20,7±4,2	20,7±6,3	9,0±1,9
5362/20	49,8±1,9	24,2±1,1	14,5±2,1	16,1±2,5	5,7±1,1
5381/20	48,9±2,9	30,1±2,2	28,1±3,7	25,4±4,0	8,2±1,3
5382/20	65,6±2,9	34,9±2,3	22,4±3,5	18,8±3,3	8,3±1,2
5383/20	54,1±3,3	28,6±1,2	22,0±2,6	21,1±2,4	10,0±0,9
5384/20	49,9±2,4	22,5±0,8	17,6±1,8	13,5±1,4	4,8±0,5
5387/20	45,3±1,4	23,5±0,7	13,8±1,8	11,4±1,5	3,8±0,6
НІР ₀₅	10,4	8,2	10,4	10,2	5,4

Результати аналізу даних зі структурного аналізу ліній гібридного розсаднику F₄, показали, що за висотою рослини всі генотипи відносяться до групи «довгих» рослин, крім однієї лінії, а саме 5382/20 – 65,6 см, що свідчить про «дуже довге» стебло даного генотипу. Серед зразків з довгим стеблом виділилися лінії 5030/20, 5033/20, 5150/20, 5360/20, та 5383/20 значення яких становили: 58,4 см, 53,3 см, 51,1 см, 51,6 см, та 54,1 сантиметрів, відповідно. Ці лінії перевищували за висотою батьківську форму Ярина (50,6 см) на 0,5 -7,8 см або знаходилися на її рівні. Значення інших ліній знаходилось в межах 45,3 – 49,8 см.

За ознакою «висоти прикріплення нижнього бобу» всі зразки поділялися на дві групи: з високим та дуже високим прикріпленням, тобто

відстанню від кореневої шийки до нижнього продуктивного вузла. До першої групи належать 8 генотпів, включно з батьківською формою Ярина, показники висоти прикріплення яких коливалися в межах 21,4 – 28,6 см. В даній групі виділилися лінії 5362/20, 5384/20 та 5387/20 з відстанню від кореневої шийки до першого продуктивного вузла: 24,2 см, 22,5 см та 23,5 сантиметрів, досліджувані параметри яких знаходились на рівні батьківської форми Ярина (21,4 см). Другу групу складали 3 генотипи: 5030/20 (32,4 см), 5381/20 (30,1 см) та 5382/20 (34,9 см).

За відсотком продуктивного стебла не виявлено ліній, які б переважали батьківську форму (57,70). Слід відзначити, що при цьому сорт Ярина сформував значно меншу врожайність, ніж більшість отриманих ліній. Значення продуктивного стебла цих ліній коливалося в межах 38,59% – 54,86%. Найбільші показники спостерігались у лінії 5384/20, значення якої було 54,86% (табл. 4.14).

Таблиця 4.14

Відсоток продуктивного стебла ліній нуту звичайного при оптимальному строку сівби (2020 - 2021 рр.)

№ ділянки	Відсоток продуктивного стебла, %		
	2020	2021	X _{сеп}
Ярина	57,70	52,50	55,1
5030	44,49	41,30	42,89
5033	53,35	36,56	44,95
5150	49,11	32,92	41,015
5360	45,15	42,17	43,66
5362	51,39	46,68	49,03
5381	38,59	36,73	37,66
5382	46,77	49,05	47,91
5383	47,05	33,18	40,11
5384	54,86	37,34	46,1
5387	48,07	37,75	42,91
НІР ₀₅			4,02

За ознакою «кількість бобів на одну рослину» всі генотипи були на рівні «дуже мала» – < 30 штук. Параметри цього показнику у досліджуваних

зразків коливалися в межах 13,8 шт. – 29,4 шт. на одну рослину. До цієї групи відносились лінії 5033/20 та 5381/20, які значно перевищували батьківську форму Ярина – на 14,2-15,5 шт., їх значення становили 29,4 та 28,1 штук бобів на рослину, відповідно. Найменшу кількість бобів сформували лінії 5362/20, 5384/20 та 5387/20, значення яких було на рівні батьківської форми і складало: 14,5; 17,6 та 13,8 штук/рослину, відповідно.

За ознакою «кількості насіння з однієї рослини» всі зразки отримали оцінку «дуже мала». Значення генотипів за даним параметром колиалося в межах 11,4 – 26,0 шт. Серед досліджуваних номерів виділилися 5033/20 та 5381/20, що значно перевищували кількість насіння за батьківську форму Ярина. Їх значення становлять 26,0 та 25,4 шт., відповідно, при кількості насіння з однієї рослини батьківської форми 10,2 шт. Найменші показники мали лінії 5384/20 та 5387/20 зі значеннями 13,5 та 11,4 шт./рослину, відповідно.

Підвищеною продуктивністю володіли майже всі лінії, крім 5387/20, 5384/20 та 5362/20, які були на рівні батьківської форми. Але загальна оцінка продуктивності генотипів відповідала градації ознаки «дуже низька».

За масою насіння 5030/20 - $10,71 \pm 2,38$ г, 5033/20 - $11,71 \pm 2,73$ г, 5383/20 - $10 \pm 0,89$ г з рослини мали досить переконливу перевагу над іншими лініями та батьківською формою зразки 5030/20, 5033/20 та 5383/20.

Після збирання врожаю ліній F_5 , які були отримані шляхом селекції на стійкість до низьких позитивних температур, був проведений структурний аналіз гібридних комбінацій та батьківських форм, що приймали участь в селекційному процесі. Результати даного дослідження представлені в таблиці 4.16.

Згідно даних таблиці 4.16 спостерігається дуже висока амплітуда коливань вегетативної маси рослин у досліджуваних зразків. Всі вони досить переконливо переважають за цією ознакою батьківські рослини. Значення ліній за висотою колиалося в межах 63,77 — 74,30 см, що свідчить про дуже

довге стебло в отриманих номерах. При цьому батьківські рослини мали середню висоту, у т. ч.: 229/21 – 43,28 см, Ярина – 44,30 см, крім зразку 20/21, який мав довгу висоту рослини 46,33 см.

Таблиця 4.16

**Структурний аналіз ліній гібридного розсадника F₅ нуту звичайного,
отриманих внаслідок селекції на холодостійкість**

№діл.	Висота рослин, см.	ВРНБ, см.	КБР, шт.	КНР, шт.	МНР, г
Кол.20/21	46,33±1,08	22,66±1,78	10,33±3,19	6,66±2,16	2,00±0,35
Ярина	44,30±1,02	21,04±1,50	11,66±1,80	5,40±1,40	2,20±0,32
Кол.229/21	43,28±1,23	23,71±1,69	12,14±1,44	7,00±0,93	2,01±0,26
5030/21	74,30±2,84	43,81±1,35	10,20±1,63	5,20±0,91	2,20±0,22
5033/21	69,06±1,33	43,81±1,85	14,18±1,63	8,62±1,44	2,16±0,28
5150/21	68,65±2,47	46,05±1,59	15,95±3,34	8,50±2,75	3,19±0,82
5360/21	71,91±3,26	41,58±2,67	15,66±1,85	4,41±0,58	1,57±0,13
5362/21	63,77±3,68	34,00±2,40	14,77±1,53	6,77±0,55	2,78±0,27
5381/21	72,95±1,71	46,15±1,34	18,65±2,31	14,45±2,02	4,35±0,52
5382/21	72,87±3,20	37,12±2,01	25,50±4,05	12,00±3,45	4,55±1,16
5383/21	69,60±0,89	46,50±1,19	14,30±1,60	10,15±1,42	3,42±0,41
5384/21	70,00±1,87	43,85±2,18	21,42±2,36	10,42±2,24	3,36±0,56
5387/21	67,80±2,62	42,20±1,37	10,20±1,08	6,45±1,08	1,64±0,34
НІР ₀₅	10,22	8,34	4,68	2,92	1

Вивчення висоти прикріплення нижнього бобу показало, що у показники всіх досліджуваних ліній знаходились на дуже високому рівні, а у батьківських форм висота нижнього бобу характеризувалась згідно класифікатору [160], як «висока». Серед ліній слід відмітити 5362/21 та 5382/21, у яких відстань від кореневої шийки до 1-го продуктивного вузла знаходилась 34,00 та 37,12 см, відповідно. Показники за цією ознакою інших ліній коливалися в межах 41,58 – 46,50 см, відповідно. Батьківські форми мали значення висоти кріплення нижнього бобу в межах 21,04 – 23,71 см, відповідно.

За відсотком продуктивного стебла виділені кращі лінії – 5362/21 та 5382/21, значення яких становили 46,68 та 49,05%, відповідно. Ці лінії мали перевагу над однією із батьківських форм – 229/21 (45,21%). Відсоток продуктивного стебла в інших ліній коливався в межах 32,92 – 42,17%, показники яких не мали суттєвої переваги над батьківськими формами (табл. 4.14).

За ознакою кількість бобів на одній рослині» всі гентипи були оцінені як «дуже мала». Серед досліджуваних комбінацій слід відмітити 5382/21 та 5384/21, які сформували 25,50 та 21,42, відповідно, штук бобів/рослині та мали перевагу над всіма батьківськими формами. Значення інших ліній коливалося в межах 10,20 – 18,65 шт.

Проведені дослідження по вивченню ознаки «кількість насіння з однієї рослини» показали, що, згідно класифікатору [160], вони сформували «дуже мало» насінин. Кращими серед них були: 5381/21, 5382/21, 5383/21 та 5384/21, які мали значення: 14,45, 12,00, 10,15 та 10,42 шт., відповідно, та мали перевагу над всіма батьківськими формами. Значення інших ліній коливалося в межах 4,41 – 8,62 шт.

Результати аналізу даних по структурному аналізу ліній гібридного розсаднику F_5 довели, що всі вони мали значення на рівні «дуже мала» маса насіння з однієї рослини. Майже всі комбінації володіли дещо підвищеною продуктивністю, у порівнянні з батьківськими формами. Номери 5360/21, 5362/21 та 5387/21 показали себе нижче рівня батьківських форм, сформувавши на 26-29% меншу масу насіння.

Слід відзначити комбінації 5150, 5381, 5382, 5383 та 5384, які мали досить переконливу перевагу за врожайністю над іншими лініями та батьківськими формами, у тому числі за масою насіння з рослини: 5150 – $3,195 \pm 0,82$ г, 5381 – $4,35 \pm 0,52$ г, 5382 – $4,55 \pm 1,16$ г, 5383 – $3,42 \pm 0,41$ г, 5384 – $3,36 \pm 0,56$ г з рослини, відповідно.

Таким чином можна зробити висновок, що рослин нуту отриманих

ліній досить помітно реагували на надмірне зволоження під час вегетативного періоду, що вплинуло на розвиток рослин. Спрямований на формування масивної вегетативної маси та невеликої врожайності.

Для більш чіткої класифікації отриманих ліній було проведено статистичний аналіз дворічних даних за фенологічними та господарськими ознаками. Результати представлені в таблиці 4.17.

Таблиця 4.17

**Структурний аналіз ліній гібридного розсаднику нуту звичайного,
отриманих внаслідок селекції на холодостійкість (середнє за 2020-
2021 рр.)**

Лінії	Висота рослин, см	ВРНБ, см.	КБР, шт.	КНР, шт.	МНР, г
Ярина	47,45	21,22	12,78	7,80	3,05
5030	66,35	38,10	16,4	12,95	6,45
5033	61,18	34,35	21,79	17,31	6,93
5150	59,87	36,02	20,17	14,85	6,29
5360	61,75	34,94	18,18	12,55	5,28
5362	56,78	29,1	14,63	11,43	4,24
5381	60,92	38,12	23,37	19,92	6,27
5382	69,23	35,95	23,95	15,40	6,42
5383	61,85	37,55	18,15	15,62	6,71
5384	59,95	33,17	19,51	11,96	4,08
5387	56,55	32,85	12	8,92	2,72
НІР ₀₅	4,75	4,15	3,43	2,93	1,42

Дослідження комбінацій за довжиною стебла дозволили розділити їх на дві групи: з «довгим» та «дуже довгим» стеблом. До першої групи належали п'ять генотипів, такі як Ярина – 47,45 см, 5150 – 59,87 см, 5362 – 56,78 см, 5384 – 59,95 см та 5387 – 56,55 см. Другу групу складали шість комбінацій, у тому числі: 5030 – 66,35 см, 5033 – 61,18 см, 5360 – 61,75 см, 5381 – 60,92 см, 5382 – 69,23 см та 5383 – 61,85 см. Представлені генотипи досить суттєво переважали батьківську форму Ярина за даною ознакою.

У результаті вивчення зразків за відстанню від кореневої шийки до 1-го продуктивного вузла слід виділити дві групи, а саме: з високим та дуже високим прикріпленням нижнього бобу. До першої групи належали два генотипи – Ярина, у якого нижній біб розташовувався на висоті 21,22 см та 5362 – з розташуванням на висоті 29,1 см. Інші генотипи відносились до групи з дуже великою відстанню від кореневої шийки до 1-го продуктивного вузла, яка знаходилась у межах 32,85 – 38,12 см.

За показником відсотка продуктивного стебла за два роки досліджень було відмічено, що найкращою 55,1% за цією ознакою була батьківська форма сорт нуту Ярина. Результати досліджень представлені в таблиці 4.14.

Дані таблиці 4.16 свідчать, що відсоток продуктивного стебла у ліній нуту звичайного в гібридному розсаднику F_5 за оптимального строку сівби коливався в межах 37,66 (у номера 5381) – 49,03 (у номера 5362) %. Отримані результати вивчення відсотків продуктивного стебла у досліджуваних ліній не переважали за цим показником батьківську форму Ярина.

За кількістю бобів з однієї рослини всі генотипи, включаючи батьківський компонент Ярина, були на рівні «дуже малої» кількості. Показники кількості сформованих бобів на рослині у представлених генотипів коливалися в межах 12,0 – 23,95 штук. Серед досліджуваного матеріалу слід виділити лінії 5033, 5150, 5381 та 5382, які мали 21,79; 20,17; 23,37 та 23,95, відповідно, бобів на одній рослині. Ці генотипи були кращими за даної ознаки і суттєво переважали батьківську форму Ярина. Показники інших номерів характеризувались б меншою кількістю бобів з рослини – 20 штук і не перевищували суттєво сорт нуту Ярина.

Впродовж дослідження встановлено, що за кількістю сформованих насінин на одній рослині всі генотипи оцінені за градацією «дуже мала» тобто не виходили за граничні 20 штук/рослині – мінімальні показники.

Абсолютні величини даної ознаки коливалися в межах 7,8 – 19,92 шт./рослині. Слід виділити лінії 5033, 5381, 5382 та 5383, які сформували 17,31;

19,92; 15,4 та 15,62, відповідно, штук з однієї рослини. Представлені генотипи суттєво переважають Ярину за кількістю насіння з одної рослини. Значення інших генотипів коливалися в межах 8,92 – 14,85 шт з однієї рослини.

Підсумовуючи дослідження отриманих ліній, проведені впродовж двох років за масою насіння з однієї рослини, можна зробити висновок, що всі вони мали масу насіння, яка оцінена за градацією як «дуже низька». Абсолютне значення даної ознаки в дослідних зразків коливалося в межах 2,72 – 6,93 г. Слід виділити лінії 5030, 5033, 5150, 5381, 5382 та 5383, що сформували масу насіння на одній рослині 6,45 г, 6,93 г, 6,29 г, 6,27 г, 6,42 г, та 6,71 г, відповідно. Ці лінії мають суттєву перевагу над батьківською формою Ярина за два роки дослідження даної ознаки. у інших ліній суттєвої переваги за даною ознакою не спостерігалось.

Висновки до розділу 4

1. Встановлена різниця між структурними елементами врожаю в різні строки сівби. І хоча ранній сівби позитивно впливав на кількість пророслих рослин, він негативно позначався на формуванні показників структури врожаю, у т. ч.: на кількість бобів, кількість та масу насінин з однієї рослини. Але за результатами досліджень встановлено, що використання оптимальних строків сівби в умовах Південного Степу України мають негативний характер на схожість рослин і за недостатньої кількості вологи, тому не рекомендуються для використання.

2. Виявлено, що велику роль на початку вегетації відіграє стійкість рослин до збудників фузаріозу та інших корневих гнилей. Саме стійкі форми мали змогу сформувати врожай і зберегтися до фази технологічної стиглості. Слід відмітити, що такі номери як Антей, Триумф, КСІ 16 мали найбільшу кількість рослин, які вижили за несприятливих умов, тому можуть бути є цінними джерелами стійкості до збудників фузаріозу.

3. Виявлено, що кореляція між урожайністю та масою 1000 насінин становить $r = -0,6$; $R^2 = 36\%$ для культури нуту звичайного.

4. Внаслідок дослідження дії гідротермічних умов на продуктивні та якісні елементи рослин нуту звичайного виявлені негативні та позитивні тенденції їх впливу на рослини в різні періоди вегетації в умовах Південного Степу України.

5. Досліджені та проаналізовані лінії за структурою елементів урожаю, отримані внаслідок селекції на холодостійкість. Кращими за продуктивністю в 2020 році були 5030 ($10,71 \pm 2,38$ г з рослини), 5033 ($11,71 \pm 2,73$ г з рослини), 5383 ($10 \pm 0,89$ г з рослини), які мали перевагу над батьківською формою. В 2021 році слід відмітити лінії 5150 ($3,195 \pm 0,82$ г з рослини), 5381 ($4,35 \pm 0,52$ г з рослини), 5382 ($4,55 \pm 1,16$ г з рослини), 5383 ($3,42 \pm 0,41$ г з рослини), 5384 ($3,36 \pm 0,56$ г з рослини), що також переважали батьківські форми. В середньому за два роки досліджень кращою продуктивністю характеризувались 5030 (6,45 г), 5033 (6,93 г), 5150 (6,29 г), 5381 (6,27 г), 5382 (6,42 г) та 5383 (6,71 г), які мали високу продуктивність і є потенційними високопродуктивними сортами.

Результати досліджень по даному розділу висвітлені в наукових працях:

Очкала О.С., Лаврова Г.Д., Бушулян О.В., Нагуляк О.І. Вплив низьких позитивних температур на інтенсивність проростання та строків сівби на елементи врожаю у різних генотипів нуту звичайного (*Cicer arietinum* L.). *Зрошуване землеробство*. 2020. 74. 139-143. DOI: <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2020.74.25>

Очкала О.С., Лаврова Г.Д., Молодченкова О.О., Джус Т.О. Елементи урожайності та якості насіння генотипів нуту звичайного в умовах зміни клімату на півдні Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2021. №119.С.92-99.

РОЗДІЛ 5

БІОХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ НУТУ ЗВИЧАЙНОГО ПРИ СЕЛЕКЦІЇ НА ХОЛОДОСТІЙКІСТЬ

5.1 Дослідження та аналіз біохімічних показників генотипів нуту при підзимній технології вирощування

В осінній період (кінець жовтня 2019 року) на полі експериментальної бази «Дачна» був висіяний дослід з метою перевірки здатності нуту звичайного на стійкість рослин до нетипових для цієї культури умов вирощування та низьких температур (Додаток МЗ). Взимку 2019-2020 рр. були відібрані моноліти з даного дослідження та передані у відділ біохімії рослин СГІ - НЦНС для проведення біохімічного аналізу рослин нуту нуту під час перезимівлі даної культури (табл. 5.1).

Таблиця 5.1

Біохімічні показники рослин нуту підзимнього посіву 2019-2020 р.

Назва сорту	Рівень цукру в %	Хлорофіл, мг%		Каротиноїди мг%	Флавоно-їди, % на суху масу	Протеази Н, кат/кг	Інгібітори протеаз	
		a	b				г/кг	Пит. Акт.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Достато к (вегет. маса)	8,36	220,74	67,51	92,36	7,54	33,37	0,102	1,28
Достато к (корен. маса)	12,9	-	-	-	-	22,50	0,045	1,50
Скарб (вегет. маса)	7,84	215,04	66,54	85,10	6,38	26,0	0,036	0,50

Продовження таблиці 5.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Скарб (корен. маса)	13,8	-	-	-	-	34,92	0,106	3,56
Тріумф (вегет. маса)	7,73	237,50	72,11	93,53	8,73	30,85	0,128	1,73
Тріумф (корен. маса)	12,22	-	-	-	-	38,2	0,064	-
Буджак (вегет. маса)	6,61	173,39	56,99	73,50	8,78	53,54	0,070	0,99
Буджак (корен. маса)	8,36	-	-	-	-	32,0	0,089	1,68
Ярина (вегет. маса)	7,98	236,16	80,62	93,51	9,22	30,65	0,011	0,14
Ярина (корен. маса)	11,55	-	-	-	-	24,83	0,144	3,79
Одисей (вегет. маса)	7,82	214,77	67,20	85,94	8,95	33,56	0,040	0,61
Одисей (корен. маса)	11,55	-	-	-	-	39,20	0,134	4,32

З одержаних даних видно, що механізм перезимівлі нуту відрізняється від перезимівлі інших культур, таких як пшениця, ячмінь та горох, за рівнем цукрів, у кореневій масі, який не перевищує навіть 15% [163, 164]. Результати ліній за цим показником коливалися в межах 6,61 – 8,36% для вегетативної, та 8,36 – 13,8% для кореневої маси.

За рівнем хлорофілу жоден із зразків не мав перевищення показником альфа хлорофілу 300 мг%, та бета хлорофілу 100 мг%, що говорить про зменшення інтенсивності фотосинтезу, та впливу холодів на синтез цього пігменту.

Проте спостерігається наявність протеазних інгібіторів. У зв'язку з цим, доцільно вести пошук біохімічних маркерів стійкості до низьких температур в інших показниках.

5.2 Аналіз біохімічних показників ліній, отриманих внаслідок селекції на холодостійкість нуту звичайного при підзимній та ярій технології вирощування

У жовтні 2020 року було проведено підзимню сівбу за участю ліній, отриманих в результаті селекції на стійкість до низьких позитивних температур під час проростання з метою перевірки на придатність для підзимньої технології вирощування. В лютому 2021 року були відібрані зразки вегетативної маси нуту звичайного для проведення біохімічного аналізу, щоб виявити біохімічні маркери стійкості до низьких температур в зимовий період. Зразки відбиралися у фазі 3 – 4 справжніх листочків, оскільки за літературними даними дана фаза є критичною для рослин [129, 130], що зумовлено зниженням стійкості рослин до низьких температур. Аналіз проводили за наступними показниками: рівень цукрів, хлорофіл, каротиноїди, флавоноїди, протеази, інгібітори протеаз (Додаток Н). Навесні 2021 року нами також були відібрані зразки з ярого посіву тих самих генотипів, в тій же самій фазі вегетації рослин, для проведення біохімічного аналізу за тими ж самими показниками (Додаток П). Згідно отриманих даних було сформовано зведену таблицю 5.2, яка характеризує відмінність біохімічних показників за різних умов вирощування нуту звичайного, та вказує на потенційні біохімічні маркери оцінки холодостійкості даної культури. На відміну від результатів біохімічного аналізу у 2019-2020 році,

коли зима була теплою та безсніжною, і рівень цукрів був вищим у кореневій масі, в 2020-2021 році цей показник був вищим у вегетативній масі, адже зима 2020-2021 року була досить холодною і був наявний сніговий покрив.

Таблиця 5.2

Біохімічний аналіз перспективних ліній нуту звичайного при підзимній та ярій технології вирощування (середнє за 2020-2021 рр.)

Лінії	Рівень цукрів %		Хлорофіл, мг%				Інгібітори протеаз			
	Підзим м.	Ярий	a		b		г/кг		Пит. Акт	
			Підзим	Ярий	Підзим	Ярий	Підзим	Ярий	Підзим	Ярий
5033 (вегет. маса)	15,05	6,42	167,16	312,46	58,94	106,19	0,124	0	1,82	-
5033(корен . маса)	5,61	9,29	-	-	-	-	0,036	0	1,56	-
5150(вегет. маса)	13,36	6,17	149,53	309,33	50,51	106,63	0,075	0	1,27	-
5150(корен . маса)	8,04	5,13	-	-	-	-	0	0,017	-	0,44
5362(вегет. маса)	11,75	6,82	162,61	296,31	52,16	103,91	0,152	0	2,45	-
5362(корен . маса)	7,63	5,15	-	-	-	-	0	0	-	-
5381(вегет. маса)	16,24	6,49	158,09	301,59	52,53	103,5	0,249	0	3,72	
5381(корен . маса)	6,13	5,89	-	-	-	-	0	0	-	-
5382(вегет. маса)	13,06	6,33	178,43	293,4	56,7	104,77	0,177	0	2,77	-
5382(корен . маса)	7,11	7,08	-	-	-	-	0	0,068	-	1,74

Отже, результати спостереження дозволяють зробити висновок, що таким чином рослини нуту забезпечують собі захист від пошкоджень низькими температурами. Також, на відміну від даних представлених в таблиці 5.1, рівень хлорофілу у досліджуваних зразків 2019-2020 року був вищим. На нашу думку, відносно помірна зима та більш сприятливі погодні

умови не повністю зупинили процес проходження вегетації і рослини були в так званому «підвішеному» становищі, що досить негативно відзначилося на них з початком весни: через недостатню кількість опадів на початку весни більша частина рослин загинула, адже вони не були в стані стазису.

За результатами біохімічного аналізу ми можемо зробити висновки, що стійкість нуту обумовлена такими непрямими показниками стійкості як рівень цукрів та інгібітори протеаз. При дії холоду маємо значно більшу кількість цукрів, у вегетативній масі цей показник не був нижче 10%. Значення цього показника у ліній при підзимній технології вирощування становили 11,75 – 16,24% у вегетативній, та 5,61 – 8,04% – в кореневій масі. Натомість у рослин на ярому посіві значення вмісту цукрів у вегетативній масі було в межах 6,17 – 6,82%, а в кореневій цей показник варіював у межах 5,13 – 9,29%.

Також спостерігалась відмінність рівні показників хлорофілу в рослинах. Величина показників хлорофілу при підзимній технології вирощування була майже в два рази нижчою, ніж рівень хлорофілу на ярому посіві, що говорить про зниження синтезу цього пігменту та зменшення інтенсивності фотосинтезу. На нашу думку, це один із показників ідентифікування спроможності рослини впадати у так званий стазис і витримувати дію негативного чинника.

Найголовнішою відмінністю виявилася наявність інгібіторів протеаз у рослинах при підзимній технології вирощування та майже повна їх відсутність в рослинах на ярому посіві.

Порівнюючи результати біохімічних аналізів можна зробити такі висновки:

1. Рівень цукрів кардинально відрізняється залежно від технології вирощування. В підзимньому посіві цей показник підвищений і більший за 10%, у ярому посіві цей показник менше 10%, це вказує на те, що більший рівень цукру сприяє стійкості рослин до низьких температур.

2. Рівень хлорофілу також, у рослин на ярому посіві в 2 рази більший, ніж на підзимньому.

3. Основна відмінність цих двох строків сівби – це наявність інгібіторів протеаз. Рослини на ярових посівах не мають цих речовин, на відміну від підзимнього посіву. Це говорить про те, що інгібітори протеаз призупиняють метаболізм рослини, вводячи їх в стан стазису для безпечного перечекання дії негативного чинника.

Висновки до розділу 5

1. За результатами біохімічних аналізів встановлено, що рослини на посіві 2019 – 2020 року за помірної та відносно теплої зими не припиняли своєї вегетації, про що говорить рівень цукру та рівень хлорофілу у рослині.

2. Виявлено, що рівень цукрів рослин на підзимньому посіві 2020 – 2021 року був вищим на 10% у вегетативній масі рослини. Це свідчить про можливість використання цієї характеристики в якості показника стійкості до низьких позитивних температур.

3. Встановлена чітка відмінність біохімічного складу рослин за різної технології вирощування. Виявлено, що при дії низьких температур в рослинах нуту звичайного починається синтез інгібіторів протеаз. Ці речовини блокують протікання гідролізу в клітинах, а саме – протікання метаболічних процесів. Це доводить, що наявність цих речовин є біохімічним маркером стійкості до низьких позитивних температур. Для дослідження більш повної системи градієнтів потрібні подальші дослідження біохімічних особливостей рослин нуту при низьких позитивних температурах.

Результати досліджень по даному розділу висвітлені в наукових працях:

Ochkala O.S., Lavrova G.D., Molodchenkova O.O. Biochemical reactions and

yield structure of chickpeas in selection for resistance to low positive temperatures. *German International Journal of Modern Science*, 2021. 22. 7-9 DOI: 10.24412/2701-8369-2021-22-7-9 (Частка участі здобувача - 50%; особистий внесок: аналіз літературних даних і власних результатів, проведення експериментів, статистичний аналіз, написання та оформлення статті).

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі теоретично узагальнено і наведено нове вирішення важливого наукового завдання з пошуків потенційних джерел стійкості до низьких позитивних температур під час проростання нуту звичайного, та створення на їх основі ліній, які є цінним вихідним матеріалом для селекції за цією ознакою. Визначено вплив кліматичних умов Південного Степу України на формування структурних елементів урожайності та якості нуту звичайного. Ідентифіковано потенційні джерела стійкості до низьких позитивних температур під час проростання. Виявлено фізіологічні та біохімічні особливості рослин нуту під дією низьких позитивних температур. На основі виділених джерел цінних ознак створено цінний вихідний матеріал нуту для селекції на толерантну реакцію до низьких позитивних температур під час проростання.

За результатами дослідження інтенсивності проростання нуту звичайного при низьких позитивних температурах можна зробити такі висновки:

1. Внаслідок проведення польових та лабораторних досліджень з метою виділення у нуту звичайного джерела цінної ознаки – холодостійкості, були визначені генотипи Краснокутський 123 – 98,89%, Александрит – 96,68%, Пегас – 93,33% та Ярина – 53,33%, які, за результатами лабораторних досліджень, мали найкращі показники стійкості до низьких позитивних температур.

2. Удосконалено «методику холодне пророщування рослин» для культури нуту звичайного, з метою перевірки генотипів даної культури на стійкість до низьких позитивних температур під час проростання.

3. У лабораторних умовах, при виявленні залежності стійкості до хвороб рослин нуту звичайного під час проростання від низьких позитивних температур, встановлено, що використання фунгіцидних протруйників

значно зменшує ризик виникнення хвороби і збільшує кількість схожих життєздатних рослин у 3 – 4 рази: від 28,32%, 16,68%, 14,98% (без застосування пестицидів) до 83,35%, 85,02%, 65% (при їх використанні) у сортів Розанна, Пам'ять, КСІ 16, відповідно.

4. Виявлено вплив низьких позитивних температур на швидкість водопоглинання насіння нуту звичайного. Установлено, що стресовий чинник зменшує швидкість поглинання вологи насінням нуту від 5,51% до 17,94%.

5. Установлено досить значну негативну кореляційну залежність між водопоглинанням та проростанням за низьких позитивних температур $r = -0,81$; $R^2 = 65\%$ ($+4^\circ\text{C}$) і контролем $r = -0,7$; $R^2 = 49\%$ ($+25^\circ\text{C}$), що в свою чергу потребує подальшого дослідження.

6. На основі дисперсійного аналізу проростання за низьких позитивних температур насіння нуту звичайного виявлено ступінь впливу факторів на мінливість даної ознаки. Установлено, що найбільшу ступінь впливу на проростання насіння нуту звичайного має генотип рослини (36,6%). Тому доцільно вважати, що природа даної ознаки є генетичною. При цьому взаємодія генотипу з температурою повітря при проростанні складає 26,4%. Вплив температури на інтенсивність проростання досить незначний 12,1%, дещо суттєвий вплив випадкових факторів - 24,9%, до яких ми можемо віднести ураження хвороботворними патогенами, якість насіння, енергію проростання, розмір насінини.

7. Виділені лінії 5360, 5150, 5030 і 5033, які мають високу схожість – 100, 86, 93 та 83% при $+4^\circ\text{C}$, що вказує на їх цінність в якості вихідного матеріалу для селекції нуту на стійкість до низьких позитивних температур.

8. Досліджено різницю між елементами структури врожаю залежно від різних строків сівби. Виявлено, що ранній строк сівби позитивно впливає на кількість схожих рослин, проте він проявляє негативну дію на показники структури врожаю, у тому числі: на кількість бобів, кількість та масу насінин

з однієї рослини.

9. Виявлено, що велику роль в польових умовах на початку вегетації відіграє стійкість рослин до збудників фузаріозу та інших корневих гнилей. Сорти Антей, Тріумф, КСІ 16 та Ярина зберегли найбільшу кількість рослин 43,33; 67,5; 57,5 та 45%, відповідно, до фази технологічної стиглості за несприятливих умов при ранньому строку сівби та є цінними джерелами стійкості до збудників фузаріозу.

10. Установлена негативна кореляційна залежність $r = -0,6$; $R^2 = 36\%$ для культури нуту звичайного між урожайністю та масою 1000 насінин.

11. Досліджено вплив гідротермічних умов на продуктивність та якісні показники рослин нуту звичайного на різних етапах вегетації рослин в умовах Південного Степу України. Доведено, що на формування врожаю суттєвий вплив має середня температура повітря ($r = 0,69$; $R^2 = 47\%$), особливо в перший період вегетації ($r = 0,9$; $R^2 = 81\%$). Встановлено негативну дію кількості опадів на формування врожаю ($r = -0,65$; $R^2 = 42\%$). Обґрунтовано тісну додатну залежність між відносною вологістю повітря та масою 1000 насінин ($r = 0,97$; $R^2 = 94\%$). Доведено позитивний вплив середньої температури повітря на формування маси насіння ($r = 0,98$; $R^2 = 96,04\%$).

12. Результати досліджень показали, що, в середньому за роки вивчення, кращою продуктивністю характеризувались перспективні лінії 5030 (6,45 г), 5033 (6,93 г), 5150 (6,29 г), 5381 (6,27 г), 5382 (6,42 г) та 5383 (6,71 г).

13. Встановлено, що за комплексом ознак цінними є перспективні лінії 5150, 5030 і 5033, які поєднують в собі високу продуктивність 6,29 г, 6,45 г, 6,93 г, відповідно, та схожість насіння 86%, 93%, 83%, відповідно, при низьких позитивних температурах.

14. Досліджено, що різна технологія вирощування нуту звичайного впливала на біохімічний склад рослин. Рівень цукрів на підзимніх посівах був вищим на 10% у вегетативній масі рослини, ніж за ярої технології

вирощування, що свідчить про можливість використання цієї характеристики в якості ознаки стійкості до низьких позитивних температур.

15. Встановлено, що при дії низьких температур рослини нуту звичайного починають синтезувати інгібітори протеаз, які блокують протікання гідролізу в клітинах рослини, тобто – метаболічні процеси. Таким чином наявність інгібіторів протеаз сприяє стійкості рослин нуту звичайного до низьких позитивних температур.

16. Обґрунтовано, що на схожість рослин нуту при низьких позитивних температурах впливав комплекс фізіологічних та біохімічних процесів. Тому доцільне всебічне дослідження батьківських сортів з метою створення джерел, що поєднують цінні ознаки для подальшого використання в якості вихідного матеріалу.

17. Для створення високопродуктивних та холодостійких сортів нуту звичайного рекомендуємо використовувати як перспективний вихідний матеріал лінії 5030 та 5033, що поєднують в собі високі показники кількості та маси насіння з однієї рослини з високою схожістю за низьких позитивних температур.

18. З метою ефективного використання запасів ґрунтової вологи рекомендуємо для раннього і надраннього строку сівби у виробничих умовах використовувати сорти нуту звичайного Тріумф та Ярина, як джерела стійкості до низьких позитивних температур які занесені до Державного Реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ СЕЛЕКЦІЙНОЇ ПРАКТИКИ І ВИРОБНИЦТВА

1. Для перевірки генотипів нуту звичайного на холодостійкість рекомендуємо використовувати удосконалену методику вивчення інтенсивності проростання насіння при низьких позитивних температурах («холодне пророщування насіння»).

2. Рекомендуємо використовувати як перспективний вихідний матеріал для створення високопродуктивних та холодостійких сортів нуту звичайного лінії 5030 та 5033, які поєднують в собі високі показники кількості та маси насіння з однієї рослини з високою інтенсивністю проростання за низьких позитивних температур.

3. Сорти нуту звичайного Тріумф та Ярина, які характеризуються підвищеною схожістю насіння за низьких позитивних температур і занесені до Державного Реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, рекомендуємо для раннього і надраннього строків сівби у виробничих умовах з метою ефективного використання запасів ґрунтової вологи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Moore, Paul H. Delmer, D.; Ming, Ray. Genomics of Tropical Crop Plants. Springer. 2008. 582 p.
2. Singh, Mohar, Upadhyaya, Hari D. Bisht, I. S. (Eds). Genetic and Genomic Resources of Grain Legume Improvement. Elsevier. 2013. 322 p.
3. Varshney, Rajeev K.; Thudi, Mahendar; Muehlbauer, Fred (Eds). The Chickpea Genome. Springer, 2018. 142 p.
4. Wright, Clifford A. Mediterranean Vegetables: A Cook's ABC of Vegetables and Their Preparation in Spain, France, Italy, Greece, Turkey, the Middle East, and North Africa. Harvard Common Press. 2001. 416 p.
5. Ladizinsky, Gideon. Plant Evolution under Domestication. Springer, 1998. 254 p
6. Ринки. Нішеві культури відвойовують землі у кукурудзи і соняшнику. Мій бізнес. [Електрний ресурс] Режим доступу URL: <https://msb.aval.ua/news/?id=26110>
7. Січкарь В.І. Роль зернобобових культур у вирішенні білкової проблеми в Україні. *Корми і кормовиробництво*: Міжвідомчий тематичний наук. зб. Вінниця: Друк ТОВ ПЦ «Енозіс», 2004. 53. 110-115.
8. В. І. Лялько, Л.О. Єлістратова, О. А. Апостолов. Дослідження проблем посушливості на території України з використанням наземної та супутникової інформації. *Український журнал дистанційного зондування Землі*. 2014. 18–28.
9. Исаев А.П. А.М. Платонов Максимально использовать достоинства зернобобовых. *Земледелие*. 1996. № 5. С. 15-17.
10. Лісовал А. П., Макаренко В. М., Кравченко С. М. Система застосування добрив. Київ : Вища шк. 2002. с. 317

11. Холодова О. Ю. Характеристика поживних властивостей нуту та сучасний стан його використання у харчовій промисловості. *Товарознавство та інновації*. 2011. Вип. 3. С. 165–170.
12. Бушулян О. Вирощуємо нут за дефіциту вологи. *Agroexpert* : практичний посібник аграрія. 2011. № 12. С. 30–33.
13. Горобчук А. Прибуткові бобові культури. *Агробізнес сьогодні*. 2018. № 17 (384). С. 72–76.
14. Ahmad F, Gaur PM, Croser JS. Chickpea (*Cicer arietinum* L.). Genetic resources, chromosome engineering, and crop improvement. *Taylor and Francis*. London, UK. 2005. P. 229–267.
15. Singh M, Bhordway C, Singh S, Panatu S, Chaturvedi SK, Rana JC, Sarker A. Chickpea genetic resources and its utilization in India: Current status and future prospects. *Indian J. Genet.* 2016; 76(4): 515–529. DOI:10.5958/0975-6906.2016.00070.5
16. Archak S, Tyagi RK, Harer PN, Mahase LB, Singh N, Dahiya OP, Bansal KC. Characterization of chickpea germplasm National Gene Bank and development of core set using qualitative and quantitative data. *Crop j.* 2016; 4(5): 417–424. DOI:10.1016/j.cj. 2016.06.013
17. CicArMiSatDB: the chickpea microsatellite database.[Internet] URL: <http://cicarmisatdb.icrisat.org>.
18. Farahani S., Maleki M., Mehrabi R., Kanouni H., Scheben A., Batley J., Talebi R. Whole genome diversity, population structure, and linkage disequilibrium of chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes using genome-wide DArTseq-based SNP markers. *Genes*. 2019. v. 10. P. 676. DOI: 10.3390/genes 10090676
19. Gaur P.M., Thudi M., Samineni S., Varshney R.R. Advances in chickpea genomics. *Legumes in the Omic Era*. ICRISAT, India. 2014. P. 73–94. DOI:

10.1007/978-1-4614-8370-04.

20. Вус Н.О. Селекційна цінність вихідного матеріалу нуту (*Cicer arietinum* L.) за адаптивністю до біо- та абіотичних чинників в умовах східної частини Лісостепу України. Дис. канд. с.-г. наук. ІР ім. В.Я. Юр'єва, Харків. 2018, 255 с.
21. Bajaj D., Das S., Badoni S., Kumar V., Singh M., Bansal K.C., Parida S.K. Genome-wide high-throughput SNP discovery and genotyping for understanding natural (functional) allelic diversity and domestication patterns in wild chickpea. *Scientific Rep.* 2015. V. 5. 12468 p. DOI: 10.1038/srep12468.
22. Varshney R.K., Thudi M., Roorkiwal M., He W., Upadhyaya H.D., Yang W., Liu X. Resequencing of 429 chickpea accessions from 45 countries provides insights into genome diversity, domestication and agronomic traits. *Nature Genetics.* 2019. V. 51. P. 857–864. DOI: 10.1038/s41588-019-0401-3.
23. Gupta D.S., Thavarajah D., Mc Gee R.J., Coyne C. J., Kumar S., Thavajah P. Genetic diversity among cultivated and wild lentils for iron, zinc, copper, calcium and magnesium concentrations. *Austral. J. Crop Sci.* 2016. V. 10. No 10. P. 1381–1387. DOI: 10.21475/ajcs.2016.10.10.
24. Parween S., Nawaz K., Roy R., Pole A.K., Venkata Suresh P., Misra G., Chattopadhyay D. An advanced draft genome assembly of a desi type chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Scientific Reports.* 2015. V. 5. 12806. DOI: 10.1038/step12806.
25. Бушулян О. В., Пасічник С. М., Січкач В. І. Перспективний генофонд нуту з підвищеною крупністю насіння. *Селекція та генетика бобових культур: сучасні аспекти та перспективи: тези Міжнародної наукової конференції (23–26 червня 2014 р., Одеса).* Одеса: Астропринт, 2014. С. 106–108.
26. Скитський В. Ю., Герасимова Ю. І. Аналіз колекції нуту для

- використання на підвищення технологічності при вирощуванні. *Генетичні ресурси рослин*. 2010. № 8. С. 40–45.
27. Shah T. M., Atta B. M., Alam S. S., ALI H., Haq M. A., Hassan M. High yielding kabuli mutant chickpea (*Cicer arietinum* L.) variety "CM 2008". Pak. J. Bot. 2010. Vol. 42, Is. 5. P. 3533–3545.
 28. Скитський В. Ю., Шевченко А. М., Степанова Т. Є. Аналіз зразків колекції нуту за продуктивністю та придатністю до використання в селекції на сході України. *Генетичні ресурси рослин*. 2009. № 7. С. 134–140.
 29. Bushulyan O.V., Sichkar V.I. Genetic analysis of double-padded chickpea. Zbirnyk naukovykh praz. BGI – NC SGSR. 2003. 4(44). P. 20–23.
 30. Кличук Д. М. Выявление ценных признаков среди мутантов нута (*Cicer arietinum* L.). *Селекція та генетика бобових культур: сучасні аспекти та перспективи*: Тези Міжнародної наукової конференції (23–26 червня 2014 р., Одеса). Одеса: Астропринт, 2014. С. 187–189.
 31. Gowda C. L. L., Upadhyaya H. D., Dronavalli N., Singh S. Identification of large-seeded high-yielding stable kabuli chickpea germplasm lines for use in crop improvement. *Crop Science*. 2010. Vol. 51, No. 1. P. 198–209. DOI:10.2135/cropsci2010.01.0078.
 32. Gaur P. M., Jukanti A. K., Varshney R. K. Impact of genomic technologies on chickpea breeding strategies. *Agronomy*. 2012. Vol. 2. P. 199–221. DOI:10.3390/agronomy2030199. 19.
 33. Gaur P. M., Thudi M., Samineni S., Varshney R. K. Advances in chickpea genomics. *Legumes in the Omic Era*. ICRISAT, 2014. 73–94. DOI: http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4614-8370-0_4.
 34. Abbo S., Berger J., Turner N.C. Evolution of cultivated chickpea: four

- bottlenecks limit diversity and constrain adaptation. *Func. Plant Biol.* 2003. V. 30. № 10. P. 1081–1087. DOI: 10.1071/FP03084.
35. Saskatchewan pulse crops. Seed in gand variety guide. 2016.[Internet] URL:http://www.usask.ca/soilscrops/conferenceproceedings/previous_years/Files/2006/2006docs/001.pdf
 36. Бушулян О. В. Створення та впровадження у виробництво посухостійких сортів нуту. *Збірник наукових праць СГІ-НЦНС*. 2015. 26 (66). 33–41.
 37. Кобизєва Л. Н., Вус Н. О. Актуальні напрями та досягнення світової селекції сортів нуту стійких до несприятливих біо- та абіотичних чинників. *Селекція і насінництво*. 2016. Випуск 110. С. 67-80.
 38. Andrabi M., Vaid A., Razdan V. K. Evaluation of different measures to control wilt causing pathogens in chickpea. *Journal of plant protection research*. 2001. 51, 1. 55–59.
 39. B. P. Singh et al. Molecular characterization of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* causing wilt of chickpea. *African Journal of Biotechnology*. 2006. 5. 497–502.
 40. B. B. Landa et al. Integrated management of *Fusarium* wilt of chickpea with sowing date, host resistance and biological control. *Phytopathology*. 2004. 94. 946–960.
 41. Бушулян О. В., Бабаянц О. В. Стійкість нуту до збудників фузаріозу. *Зб. наук. пр. СГІ*. 2002. 2 (42). 148–157.
 42. М. М. Доля та ін. Фітосанітарний моніторинг. Київ, 2004. 294 с.
 43. Halila I., Rubio J., Millan T., Gil J., Kharrat M., Marrakchi M. Resistance in chickpea (*Cicer arietinum* L.) to *Fusarium* wilt race O. *Plant Breed.* 2010. 129(5). 563–566. DOI: 10.1111/j.1439-0523.2009.01703.x.
 44. Soregaon C.D., Ravikumar R.L. Segregation of *Fusarium* wilt resistance in

- recombinant inbred lines of two diverse crosses of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Karnataka J. Agric. Sci.* 2012. 25. 1. 127–128.
45. Бушулян О. В., Січкарь В. І., Бабаянц О. В. Захист нуту від шкідливих організмів. *Агроном.* 2014. 2. 156–161.
 46. Singh G., Chen W., Rubiales D., Moore K., Sharma Y.R., Gan. Y. Diseases and their management. *Checkpea breeding and management*. CABI, 2006. 497–520.
 47. Urrea CA, Baltenspergerb DD, Harvesona RM, Frickela GE, Koehlera AE. Registration of the chickpea germplasm PHREC-Ca-Comp. #1 with enhanced resistance to Ascochyta Blight. *Journal of Plant Registrations*. 2011; 5:1103–1108. DOI:10.3198/jpr2010.04.0208crg.
 48. Vandemark G, Muehlbauer FJ, Mihovb M, Chena W, McPheec K, Chend C. Registration of CA0469C025C chickpea germplasm. *Journal of plant registrations*. 2014. 8(3):303–307. DOI:10.3198/jpr2013.09.0057crg.
 49. Січкарь В.І. Стан і перспективи селекції зернобобових культур в Селекційногенетичному інституті УААН. *Збірник наукових праць СГІ – НЦНС*. 2002. 3 (43). 92–103.
 50. Jiménez-Gasco M. M., Navas-Cortés J. A., Jiménez-Díaz R. M. The *Fusarium oxysporum* f. sp. *Ciceris*. *Cicer arietinum* pathosystem: a case study of the evolution of plant-pathogenic fungi into races and pathotypes. *Int Microbiol*. 2004. 7(2). 95–104.
 51. Midmore D, Dunwell J, Wagstaff C, Smith S. Final report CGIAR research program on grain legumes. 2015. 219. [Електронний ресурс]. *Режим доступу:*
http://grainlegumes.cgiar.org/wpcontent/uploads/2016/08/GL_CCEE_Final-Report.pdf.

52. Chickpea – finding varieties resistant to both blight and wilt. [Електронний ресурс]. *Режим доступу:* <http://grainlegumes.cgiar.org/chickpea-finding-varieties-resistant-to-both-blight-and-wilt/>.
53. Shinde D. G., Babu P., Satish D., Ravikumar R. Karnataka J. Fusarium wilt resistance in chickpea recombinant inbred lines. *Agric. Sci.* 2010. 23(2). 324–326.
54. Coram T. Identification and characterisation of genes controlling the resistance response to ascochyta blight (*Ascochyta rabiei* (Pass.) Labrousse) in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *A thesis presented in fulfilment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy School of Applied Sciences Biotechnology and Environmental Biology RMIT University.* 2006.
55. Türkkkan M, Dolar FS. Determination of pathogenic variability of *Didymella rabiei*, the agent of ascochyta blight of chickpea in Turkey. *Turk. J. Agric.* 2009; 33: 585–591.
56. Kosenko NO, Bezugla OM. Chickpea sources of adaptability to the Eastern Forest-Steppe of Ukraine. In: *Proceedings of the International Scientific-Practical Conference of Young Scientists «Young Scientists-Agrarians” Theoretical and Practical Achievements»*. Dnipropetrovsk, 2006. P. 22–23.
57. Шевченко А. М. Організаційно-методичні засади селекції нуту на стійкість до ураження фузаріозом. *Селекція та генетика бобових культур: сучасні аспекти та перспективи: тези Міжнародної наукової конференції (23–26 червня 2014 р., Одеса).* Одеса: Астропринт, 2014. С. 89–91.
58. Бублик Л. І. та ін. Довідник із захисту рослин. *Київ*, 1999. 743 с.
59. Петкевич З. З., Мельніченко Г. В. Нут, сочевиця – перспективні зернобобові культури для вирощування на Півдні України. *Зрошуване землеробство.* 2016. Вип. 65. С. 104–107.

60. Singh K. B. et al. Current status and future strategy in breeding chick pea for resistance to biotic and abiotic stresses. *Euphytica*. 1994. 73. 137–149.
61. А.М. Шевченко та ін. Досягнення та перспективи селекції зернобобових культур. *Вісн. ЦНЗ АПВ Харківської обл.* 2008. 1. 145–151.
62. Maiti RK. The chickpea crop. In: Maiti R, Wesche-Ebeling P, editors. *Advances in Chickpea Science*. Science Publishers Inc. 2001. 1–31.
63. Anwar, M.R., B.A. McKenzie, and G.D. Hill. Water extraction patterns and water use efficiency of chickpea (*Cicer areitinum L.*) cultivars in Canterbury. *Agronomy N.Z.* 30. 2000. 109-120.
64. Malhotra R. S., Singh K. B., & Saxena M. C. Effect of Irrigation on Winter-Sown Chickpea in a Mediterranean Environment. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 178(4). 1997. 237-243.
65. Щигорцова О. Л. Нут і чина – цінні зернобобові культури для Степової зони Криму. *Зрошуване землеробство: межвід. темат. наук. зб.* Херсон: Айлант, 2005. 44. 110-113.
66. Siddique K. H. M., Regan K. L., Tennant D., & Thomson B. D. Water use and Water Use Efficiency of cool season grain legumes in low rainfall Mediterranean-type environments. *European Journal of Agronomy*. 15(4). 2001. 267-280.
67. Oweis T., Hachum A., & Pala M. Water Use Efficiency of winter-sown chickpea under supplemental irrigation in a Mediterranean environment. *Agricultural water management*. 66 (2). 2004. 163-179.
68. Шевченко А.М. Нут – екологічно приваблива зернобобова культура посушливого землеробства. *Посібник Українського хлібороба*. наук.-практ. зб. Київ. ТОВ «Академпрес». 2013. 2. 199-201.
69. Бабич А.О. Зернобобові культури. Київ: *Урожай*, 1984. 122-140.

70. Гирка А.Д., Бочевар О. В., Сидоренко Ю.Я., Ільєнко О.В. Врожайність зерна нуту залежно від агротехнічних заходів вирощування в умовах північного Степу України. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2013. 4. 53–57.
71. Кенесарина Н.А. Особенности водного режима бобовых культур. *Физиология растений*. 13 (1).1966. 63-69.
72. Gan Y. T., Warkentin T. D., Bing D. J., Stevenson F. C., & McDonald C. L. Chickpea Water Use Efficiency in relation to cropping system, cultivar, soil nitrogen and Rhizobial inoculation in semiarid environments. *Agricultural water management*. 97(9). 2010. 1375-1381.
73. Majnoun Hosseini N., Siddique K. H. M., Palta J. A., & Berger J. Effect of soil moisture content on seedling emergence and early growth of some chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes. *Journal of Agricultural Science and Technology*. 11. 2009. 401-411.
74. Soltani A.A., Khooie F.R., Ghassemi-Golezani K., Moghaddam M. Simulation study of chickpea crop response to limited irrigation in a semiarid environment. *Agricultural Water Management*. 49. August 2001. 225-237.
75. О. І. Зінченко, В. Н. Салатенко, М. А. Білоножко О. І. та ін. Рослинництво: Підручник. За ред. О. І. Зінченка. К. *Аграрна освіта*, 2001. 327
76. В. І. Січкач, О. В. Бушулян Перспективи селекції нуту в умовах північного Лісостепу України. *Вісник аграрної науки*. 2000. 1. 38–40.
77. Бушулян О. В., Січкач В. І. Нут: генетика, селекція, насінництво, технологія вирощування. Одеса, 2009. 248 с.
78. Kozlov K., Singh A., Bishop-von Wettberg E., Kahraman A., Aydogan A., ... Samsonova M. Non-linear regression models for time to flowering in wild chickpea combine genetic and climatic factors. *BMC Plant Biol*. 2019. 19(2).

- 1–9. DOI: 10.1186/s12870-019- 1685-2.
79. Dalvi D.G., More P.R., Nageem K.A. Effect of antitranspirants on transpiration rate, relative water content, water saturation deficit and yield of chickpea. *Indian J. Agronomist Sc.* 3. 1991. 204-206.
 80. Дюсенбеков З.Д. Сравнительная продуктивность гороха и нута в условиях северного Прииртышья. *Алма-Ата*, 1968. 68-72.
 81. Иванников С.Г. О возобновлении генеративного развития нута. *Ученые записки КСХИ*. 14. Кишинев: Картя Молдовеняске, 1965. 103- 110.
 82. Корбут Е.М. Нут - перспективная зернобобовая культура. Сборник научных трудов: *Карагандинская гос. с.-х. опытн. станция*. Караганда, 1973. 4. 146-150.
 83. Magbool M.A., Aslam M., Ali H. Breeding for improved drought tolerance in chickpea. *Plant Breed.*, 2017. 136. 3. 300–318. DOI: 10.1111/pbr. 12477.
 84. Darai R., Ojha B.R., Sarker A., Sah R. Genetics and breeding for drought tolerance in food legumes. *Intern. J. Environ. Agric. Biotech.* 2016. 1. 4. 958–967. DOI: 10.22161/ijeab/1.4.47.
 85. Choudhary A.K., Sultana R., Vales M.I., Saxena K.B., Kumar R.R., Rathakumar P. Integrated physiological and molecular approaches to improvement of abiotic stress tolerance in two pulse crops of the semi-arid tropics. *Crop J.*, 2018. 6(2). 99–114. DOI: 10.1016/j.cj.2017.11.002.
 86. Kaloki P., Luo Q., Trethowan R., Tan D.K.Y. Can the development of drought tolerant ideotype sustain Australian chickpea yield. *Intern. J. Biometeorol.* 2019. 63(3). 393–403. DOI: 10.1007/S00484-019-01672-7.
 87. Є.Ю. Кучеренко, В.П. Петренкова. Холодостійкість сучасних сортів сої за проростання насіння в умовах низьких позитивних температур. *Селекція і насінництво*, 2017. 112 76 - 81

88. Балашов Т.Н., Шерепитко В.В. О селекции сои на холодоустойчивость. *Генетические основы селекции сельскохозяйственных культур в Молдавии*. Кишинев: Штиинца, 1986. 114-121.
89. Курлович Б.С., Репьев С.И., Щелко Л.Г., Буданова В.И., Петрова М.В. Генофонд и селекция зерновых бобовых культур (люпин, вика, соя, фасоль). *Теоретические основы селекции растений*. СПб.: ВНИИР, 1995. 438 с.
90. Шерепітко В.В. Генетичні основи адаптивної селекції сої: автореф. дис. докт. с.-г. на-ук: спец. 03.00.15 «Генетика». К., 2002. 29 с.
91. Toker C, Canci H, Yildirim T. Evaluation of perennial wild Cicer species for drought resistance. *Genet. Resour. Crop Evol.*, 2007. 54(8): 1781–1786. DOI: 10.1007/s10722-006-9197-y.
92. Canci H, Toker EC. Evaluation of annual wild Cicer species for drought and heat resistance under field conditions. *Genet. Resour. Crop Evol.*, 2009. 56(1). DOI: 10.1007/s10722-008-9335-9
93. Berger J, Milroy S, Turner N, Siddique K, Imtiaz M, Malhotra R. Chickpea evolution has selected for contrasting phenological mechanisms among different habitats. *Euphytica*, 2011. 18. 1–15.
94. Kumar J., Abbo S. Genetics of flowering time in chickpea and its bearing on productivity in semiarid environments. *Adv Agron*, 2001. 72. 107–138
95. Vadez V, Soltani A, Sinclair TR. Modelling possible benefits of root related traits to enhance terminal drought adaptation of chickpea. *Field Crops Res.*, 2012. 137. 108 <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2012.07.022>.
96. Колупаєв Ю.Є. Основи фізіології стійкості рослин: Курс лекцій. Харків, 2010. 121 с.
97. Воскресенская Г.С. Перспективы создания зимостойкого озимого льна на

- Северном Кавказе. *Сборник работ по биологии развития и физиологии льна*. М.: Сельхозгиз, 1954. 165–178.
98. Гольцберг И.А. Климатическая оценка морозоопасности для растений в условиях изрезанного рельефа. *Устойчивость растений к низким положительным температурам и заморозкам и пути её повышения*. М.: Наука, 1969. 24–29.
 99. Дроздов С.Н., Сычёва З.Ф., Будыкина Н.П., Курец В.К. Эколого-физиологические аспекты устойчивости растений к заморозкам. Л.: Наука, 1977. 228 с.
 100. Зеленцов С.В., Рябенко Л.Г., Мошненко Е.В., Зеленцов В.С. Перспективы создания зимующих форм масличного льна для юга России. *Сб. трудов Международной заочной научно-практической конференции, посвящённой 100-летию со дня рождения М. М. Цыбы, 5 ноября 2014 г.* Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2014. 46–52.
 101. Коровин А.И. Об отношении растений к низким положительным температурам и заморозкам и пути повышения их холодо- и заморозкоустойчивости. *Устойчивость растений к низким положительным температурам и заморозкам и пути её повышения*. М.: Наука, 1969. 5–15.
 102. Лукьяненко П.П. О методах селекции зимостойких сортов озимой пшеницы для степных районов Северного Кавказа. В сб.: «Лукьяненко П.П. Избранные труды». М. Агропромиздат, 1962. 10. С. 233–243.
 103. Зеленцов С.В., Мошненко Е.В., Рябенко Л.Г., Зеленцов В.С., Будников Е.Н., Бубнова Л.А., Вайлова А.В. Роль цитокolloидов в формировании морозо- и заморозкоустойчивости яровых культур на примере сои и льна. *Проблемы современной науки и образования*. 2015. № 12 (2). С. 102–107.
 104. Лукомец В.М., Бочкарёв Н.И., Зеленцов С.В., Мошненко Е.В. Создание

- сортів сої з розширеною адаптацією до змінюваному клімату Західного Предкавказ'я – *Труди Кубанського державного аграрного університету*, 2012. 1.(35). 248.
105. Лукомець В.М., Зеленцов С.В. Перспективи селекції сортів масличного льна і рижика посівного для приарктичних і високогірних областей Росії. *Селекція. семеноводство і генетика*, 2012. 3. 41–48.
 106. Лукомець В.М., Зеленцов С.В., Рябенко Л. Г. Застосування закону гомологічних рядів при визначенні потенційної адаптивності культурного льна *Linum usitatissimum* L. до приполярних і альпійських умов. *Масличні культури*. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК, 2010. 1 (161). 121–132.
 107. Шевелуха В.С. Ріст рослин і його регуляція в онтогенезі. М.: *Колос*, 1992. 416–430
 108. Вавилов Н.И. Світові ресурси зимостійких сортів озимої пшениці, ржи і ячменя. *Теоретичні основи селекції*. М. Наука, 1987. 80–86.
 109. Жученко А.А. Адаптивна система селекції рослин (еколого-генетичні основи). М. *Изд-во РУДН і «Агрорус»*, 2001. II. 904
 110. Лук'яненко П.П. Основні результати селекції на зимостійкість сортів озимої пшениці в умовах Кубані. В зб.: «Лук'яненко П.П. Вибрані трудові». М. Агропромиздат. 1990. Вип. 10. с. 256–267
 111. Levitt, J. (1980) Responses of Plant to Environmental Stress: Water, Radiation, Salt and Other Stresses. Academic Press, New York, 365.
 112. Лукаткін А.С. Холодовий пошкодження теплолюбних рослин. Окислювальний стрес у рослин. Саранск. *Вид-во Мордов. ун-ту*, 2002. 208.
 113. Коровін А.І. Рослини і екстремальні температури: Довідник. Ленінград

Гидрометеиздат, 1984. 271 с.

114. Herner, R.C. Germination under cold soil conditions. HortScience(США). 1987. 1118 - 1122 p.
115. Богданов О. І., Осипчук, А. А., & Кравець, О. Ф. (). Важливий резерв підвищення врожайності картоплі. *Вісник сільськогосподарської науки*, 1986. 6. 21-23.
116. Лорх А. Г. О картофеле. Москва: *СЕЛЬХОЗГИЗ*, 1960
117. Теслюк, П. С., Молоцький, М. Я. Практичний poradник картопляра. Київ: *Київ*, 1999
118. Філатов Н. Н., Назарова Л. Є., Сало Ю. А., Семенов А. В. Динаміка і прогноз зміни клімату Східної Фенноскандії. *Гідроекологічні проблеми Карелії і використання водних ресурсів*. Петрозаводськ. Вид із Карельського наукового центру РАН, 2003. 33-39.
119. Moe R., Heins R. D. Thermo and photomorphogenesis in plants. *Adv. Floriculture Res. Agric. Univ. of Norway*, 2000. 6. 52-64.
120. Марковська Е. Ф., Сисоєва М. І., Шеруд Е. Г. Феномен щодобового короткочасного впливу низьких гартують температур на життєдіяльність рослини. *Онтогенез*. 2008. Т. 39, № 5. С. 323-332.
121. Марковська Е. Ф., Сисоєва М. І., Шеруд Е. Г., Топчиева Л. В. Диференціальна експресія генів в рослині огірка у відповідь на багаторазові коротко тимчасові низькотемпературні впливу. *Фізіологія рослин*, 2007. 54. 5. 686-691.
123. Колесніченко А. В., Войников В. К. Білки низько температурного стресу рослин. Іркутськ: *Арт Прес*, 2003. 196 с.
124. Трунова Т. И. Растение и низкотемпературный стресс. М.: *Наука*, 2007. 54 с.

125. Thomashow M. F. Role of coldresponsive genes in plant freezing tolerance. *Plant Physiol.*, 1998. 118. 1-7.
126. Kirch H. H., Berkel J., Glaczinski H., Salamini F., Gebhardt C. Structural organization, expression and promoter activity of a coldstressinducible gene of potato (*Solanum tuberosum* L.). *Plant Mol. Biol.*, 1997. 33. 897-909
127. Wanner L. A., Junttila O. Coldinduced freezing tolerance in Arabidopsis. *Plant Physiol.*, 1999. 120. 391-399.
128. В. В. Лаврова, М. І. Сисоєва, О. Г. Шеруд, Л. В. Топчиева, Е. М. Матвєєва. Експресії гена *ci7* в листках картоплі при дії короткочасного щодобового зниження температури. *Праці Карельського наукового центру РАН*, 2011. 3. 73-77.
129. Трунова Т.И. Растение и низкотемпературный стресс. *Тимирязевские чтения LXIV*. М. Наука, 2007. 56 с.
130. Туманов И.И. Физиология закаливания и зимостойкости растений. М. Наука, 1979. 350 с.
131. Кузнецов В.В., Дмитриева Г.А.. Физиология растений. М. *Высш. шк.*, 2005. 736 с.
132. Кошкин Е.И. Физиология устойчивости сельскохозяйственных культур. М. *Дрофа*, 2010. 638с.
133. Кофели В.И., Сидоренко О.Д. Физиология растений с основами микробиологии: учебник для техникумов. М.: *Агропромиздат*, 1991. 335 с
134. Мошненко Е.В., Зеленцов С.В. Оценка устойчивости генотипов сои к пониженным температурам на начальных этапах онтогенеза. *Роль ВОГиС в современном научном мире*: материалы науч.-практ. конф. Кубанского отделения ВОГиС, 18-19 марта 2009 г. Краснодар. КубГАУ, 2009. 114–115.
135. Зеленцов С.В., Мошненко Е.В. Перспективы использования сверххранних

- посевов сои в условиях Краснодарского края. *Масличные культуры: науч.-техн. бюл. ВНИИМК. Краснодар: КубГАУ, 2010. 1. 87–94.*
136. Тимофеев В.Н., Ренев Е.П., Субботин А.М., Влияние бактерий из многолетнемерзлых пород на холодоустойчивость сои. *Достижения науки и техники АПК. 2015. 29(10). 24–26.*
 137. А.М. Гомаа , Н.А. Бурмистрова , Н.В. Радионов , Г.Н. Ралдугина. Влияние низких положительных температур на трансгенных растений рапса (*BRASSICA NAPUS L.*) с геном трансфакторного белка OSMYB4 риса. *Вестник РУДН, серия Агрономия и животноводство. 2011. 2 . 47-55*
 138. Dionne J., Castonguay Y., Nadeau P., Desjardins Y. Freezing tolerance and carbohydrate changes during cold acclimation of green-type annual bluegrass (*Poa annua L.*). *Crop Science*, 2001. 41. 443—451
 139. Mattana M., Biazzi E., Consonni R., Locatelli F., Vannini C., Provera S., Coraggio I. Overexpression of Osmyb4 enhances compatible solute accumulation and increases stress tolerance of *Arabidopsis thaliana*. *Physiol. Plant.*, 2005. 125. 212—223.
 140. Gusta L.V., Wilen R.W., Fu P. Low temperature stress tolerance: The role of abscisic acid, sugars, and heat-stable proteins. *HortScience*, 1996. 31. 39-46.
 141. Vannini C., Iriti M., Bracale M., Locatelli F., Faoro F., Croce P., Pirona R., Di Maro A., Coraggio I., Genga A. The ectopic expression of the rice osmyb gene in *arabidopsis* increases tolerance to abiotic, environmental and biotic stresses. *Physiol Mol Plant Pathol*. 2006. 69. 26-42.
 142. Кузнецов В.В., Шевякова Н.И. Пролин при стрессе: биологическая роль, метаболизм, регуляция. *Физиология растений*, 1999. 46. 321-336.
 143. Hurry V. M., Strand A, Tobiaeson M., Gardestrom P., Oquist G. Cold hardening of spring and winter wheat and rape results in differential effects on

- growth, carbon metabolism, and carbohydrate content. *Plant Physiol.*, 1995. 109. 697-706.
144. Nam J.H., Kang W.H., Kim I.S. Effect of cold acclimation and deacclimation on freezing Tolerance, total RNA and soluble sugar in chinese cabbage. *J. Bio-Environ. Control*, 2001. 10. 244250.
 145. Hare P.D., Cress W.A., Van Staden J. Dissecting the roles of osmolytes accumulation during stress. *Plant Cell Environ*, 1998. 21. 535-553.
 146. Groppa M.D., Benavides M.P. Polyamines and abiotic stress: recent advances. *Amino Acids*, 2008. 34. 35-45.
 147. Viswanathan C., Zhu J.K. Molecular Genetic Analysis of cold-regulated gene transcription. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B*, 2002. 357. 877-886.
 148. Latchman D.S. Eukaryotic transcription factors. N.Y.: *Academic Press*, 2007.
 149. Анастасія Хохрякова, Елгуджа Куліджанов. Характеристика ґрунтів Одеси. *Вісн. Львів. ун-ту. Сер. геогр.*, 2018. 52. 293–302
DOI:<http://dx.doi.org/10.30970/vgg.2018.52.10195>
 150. Можаяев Н.И., Серекпаев Н.А. Программирование урожаев сельскохозяйственных культур. учебное пособие. *Астана. КАТУ имени С. Сейфуллина*, 2009. 19-20.
 151. Полевой В.В., Чиркова Т.В., Лутова Л.А. Практикум по росту и устойчивости растений. *СПб: Изд-во С.-Петербур. Ун-та*, 2001. 212
 152. Волюнец В. Ф., Волюнец М. П. Аналитическая химия азота. М.: *Наука*, 1977. 54-55.
 153. Васюкова А. Н. Изучение содержания суммы флавоноидов в семенах и проростках сои. *Сельскохозяйственные науки и агропромышленный комплекс*. 2013. 4. 9-13.
 154. Ермаков А.И., Арасимович В.В., Ярош Н.П., Перуанский Ю.В.,

- Луковникова Г.А., Иконникова М.И. Методы биохимического исследования растений. Ленинград: *Агропромиздат*, 1987. 107-108
155. Вовчук С. В. Определение активности протеолитических ферментов в зерне злаковых культур. Биохимические методы исследования селекционного материала. *Труды ВСГИ*. Одесса: ВСГИ, 1979. 15-67
156. Blarka P. Bestimmung der kohlenpydrate und lipide limnologica (Berlin), 1966. 4(2). 403-418
157. Майсурян М. А. Практикум по растениеводству. М.: *Колос*, 1970. 446 с.
158. ГОСТ 12042-80. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения массы 1000 семян. М.: *Издательство стандартов*, 1986. 107– 109.
159. Ушкаренко В. О. та ін. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві та рослинництві: навч. посіб. Херсон: *Айлант*, 2008. 272 с.
160. Безугла О. М., Кобизєва Л. Н., Рябчун В. К., Петренкова В. П., Сокол Т. В., Докукіна К. І., Маркова Т. Ю. Широкий уніфікований класифікатор роду *Cicer* L. *Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН*. Харків, 2012. 57
161. Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Методика польового досліджу. (*Зрошуване землеробство*). Херсон, 2014. 448.
162. Ткачик С. О. Лівандовський А. А., Хоменко Т. М. та ін. Методика проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні. *Український інститут експертизи сортів рослин*. Вінниця, 2016. 82 с.
163. С. И. Новикова, О. М. Бедарева, Г. В. Горшнина, Т. Н. Троян. Оценки жизнеспособности и устойчивости озимых культур кондуктометрическим методом. Научный журнал «*Известия КГТУ*», 2020. 57. 54-66

164. Мацера О.О.. Перезимовки растений озимого рапса в зависимости от различных сроков посева и уровня основного удобрения. *Norwegian Journal of development of the International Science*, 2020. 41. 11-15

Додаток А

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ**Статті у наукових фахових виданнях України**

1. **Очкала О.С.**, Лаврова Г.Д., Бушулян О.В., Нагуляк О.І. Вплив низьких позитивних температур на інтенсивність проростання та строків сівби на елементи врожаю у різних генотипів нуту звичайного (*Cicer arietinum* L.). *Зрошуване землеробство*, 2020. 74. 139-143. DOI: <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2020.74.25> (Частка участі здобувача - 50%; особистий внесок: проведення експериментів, статистична обробка одержаних результатів, визначення джерел стійкості нуту звичайного до низьких позитивних температур при проростанні, написання та оформлення статті).

2. **Очкала О.С.**, Лаврова Г.Д., Молодченкова О.О., Джус Т.О. Елементи урожайності та якості насіння генотипів нуту звичайного в умовах зміни клімату на півдні Степу України. *Таврійський науковий вісник*, 2021. 119. 92-99. (Частка участі здобувача - 50%; особистий внесок: участь у створенні вихідного матеріалу нуту, аналіз його морфологічних та біохімічних характеристик, участь у проведенні експериментів, статистична обробка одержаних результатів, написання та оформлення статті).

**Статті у періодичному науковому виданні іншої держави, яка входить до
Організації економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР) та
Європейського Союзу (ЄС)**

Ochkala O.S., Lavrova G.D., Molodchenkova O.O. Biochemical reactions and yield structure of chickpeas in selection for resistance to low positive temperatures. *German International Journal of Modern Science*, 2021. 22. 7-9 DOI: 10.24412/2701-8369-2021-22-7-9 (Частка участі здобувача - 50%; особистий внесок: аналіз літературних даних і власних результатів, проведення

експериментів, статистичний аналіз, написання та оформлення статті).

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

4. Бушулян О.В., **Очкала О.С.** Вихідний матеріал нуту звичайного (*Cicer arietinum* L.) з високим темпом проростання за низьких позитивних температур. International research and practice conference: *Modern methodologies, innovations and operational experience in the field of biological science* (December 27-28, 2017). Lublin, Poland, 2017. 3 (форма участі - публікація тез).

5. Бушулян О.В., **Очкала О.С.**, Нагуляк О.І. Вплив низьких позитивних температур на темпи пророщування нуту звичайного (*Cicer arietinum* L.). Матеріали II Інтернет-конференції молодих учених «Генетика та селекція сільськогосподарських культур: від молекули до сорту» (30 серпня 2018 р., м. Київ). Київ, 2018. 20. <http://confer.uesr.sops.gov.ua/genetika2018/schedConf/presentations>. (форма участі - публікація тез).

6. **Очкала О.С.**, Лаврова Г.Д., Нагуляк О.І. Вплив низьких позитивних температур на інтенсивність водопоглинання нуту звичайного (*Cicer arietinum* L.). Матеріали III Інтернет-конференції молодих учених «Генетика та селекція сільськогосподарських культур: від молекули до сорту» (28 серпня 2019 р., м. Київ). Вінниця, НІЛАН-ЛТД, 2019. 32. <http://confer.uesr.sops.gov.ua/genetika2019/paper/view/18495> (форма участі - публікація тез).

7. **Очкала О.С.**, Лаврова Г.Д., Нагуляк О.І. Дослідження колекції генотипів нуту звичайного на наявність стійкості до низьких позитивних температур під час проростання. Матеріали IV Інтернет-конференції молодих учених «Генетика та селекція сільськогосподарських культур: від молекули до сорту» (18 вересня 2020 р., м. Київ). Київ, 2020. 23. <http://confer.uesr.sops.gov.ua/genetika2020/paper/viewFile/22075/11340> (форма участі - публікація тез).

8. **Очкала О.С.,** Лаврова Г.Д. Роль природного імунітету нуту звичайного при проростанні за низьких позитивних температур. *Сучасні проблеми генетики, біотехнології і біохімії сільськогосподарських рослин: тези доповідей Міжнародної наукової конференції* (21 жовтня 2020р., СГІ – НЦНС, Одеса, Україна): Одеса: СГІ – НЦНС, 2020. 112-113. (*Частка участі здобувача - 90%; особистий внесок: проведення дослідження, аналіз та узагальнення отриманих результатів, написання тез доповіді*).

9. **Очкала О.С.,** Лаврова Г.Д., Молодченкова О.О., Джус Т.О. Продуктивність генотипів нуту звичайного у південному Степу України в різні роки. *Селекція зернових та зернобобових культур в умовах змін клімату: напрями і пріоритети. Тези доповідей Міжнародної наукової конференції* (5 травня 2021р., СГІ – НЦНС, Одеса, Україна): Одеса: СГІ – НЦНС, 2021. 47-48. (*форма участі - публікація тез*).

10. **Очкала О.С.,** Лаврова Г.Д., Гаврилов С.В. Особливості відбору та перевірки вихідного матеріалу нуту звичайного на стійкість до низьких позитивних температур в лабораторних умовах. *Проблеми аграрного виробництва на сучасному етапі і шляхи їх вирішення. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої ювілейним датам від дня народження видатних вчених-рослиників: 130-річчю від дня народження доктора біол. наук, професора Льва Миколайовича Делоне; 120-річчю від дня народження кандидата с.-г. наук Софії Михайлівни Фріденталь* (1-2 липня 2021р.): Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН. Харків, 2021. 401-403. (*форма участі - публікація тез*).

Додаток Б1

Погодні умови 2018 року

Показник	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень
Абсолютний максимум, °С	+10,5	+10,6	+13,6	+25,6	+30,2	+31,1	+30,5	+34,1	+32,3	+20,1	+13,1	+8,2
Середня температура, °С	+1,3	+0,7	+1,5	+13,2	+19,4	+22,9	+24,2	+25,9	+19,3	+14,5	+4,7	+1,4
Абсолютний мінімум, °С	-8,8	-11	-11,4	+1,1	+12,3	+13	+17	+20,2	+8,7	+7,1	-6,1	-6,9
Сума опадів, мм	67	105	80	0,6	25	23	70	0	56	3	27	23
Кількість днів з опадами	14	17	24	6	9	9	11	2	11	2	10	21
Вологість повітря, %	85	84	89	74	75	72	76	66	80	77	86	89

Додаток Б2

Погодні умови 2019 року

Показник	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень
Абсолютний максимум, °С	+9,1	+13	+16,5	+23,1	+27,4	+32,4	+33,2	+31,4	+29,1	+21,1	+20,7	+13,6
Середня температура, °С	+0,3	+3	+6,9	+10,2	+17,6	+25,3	23,6	+24	+19,6	+13,5	+9,8	+5,9
Абсолютний мінімум, °С	-7,9	-7,1	-2,8	+3	+8,2	+16,9	+15,9	+17,1	+9,1	+4,5	-2	-1,7
Сума опадів, мм	53	8	5,3	14	21	21	21	56	3	35	1	32
Кількість днів з опадами	21	10	6	11	10	8	7	3	4	18	9	18
Вологість повітря, %	87	85	76	81	85	72	70	70	69	88	89	89

Додаток Б3

Погодні умови 2020 року

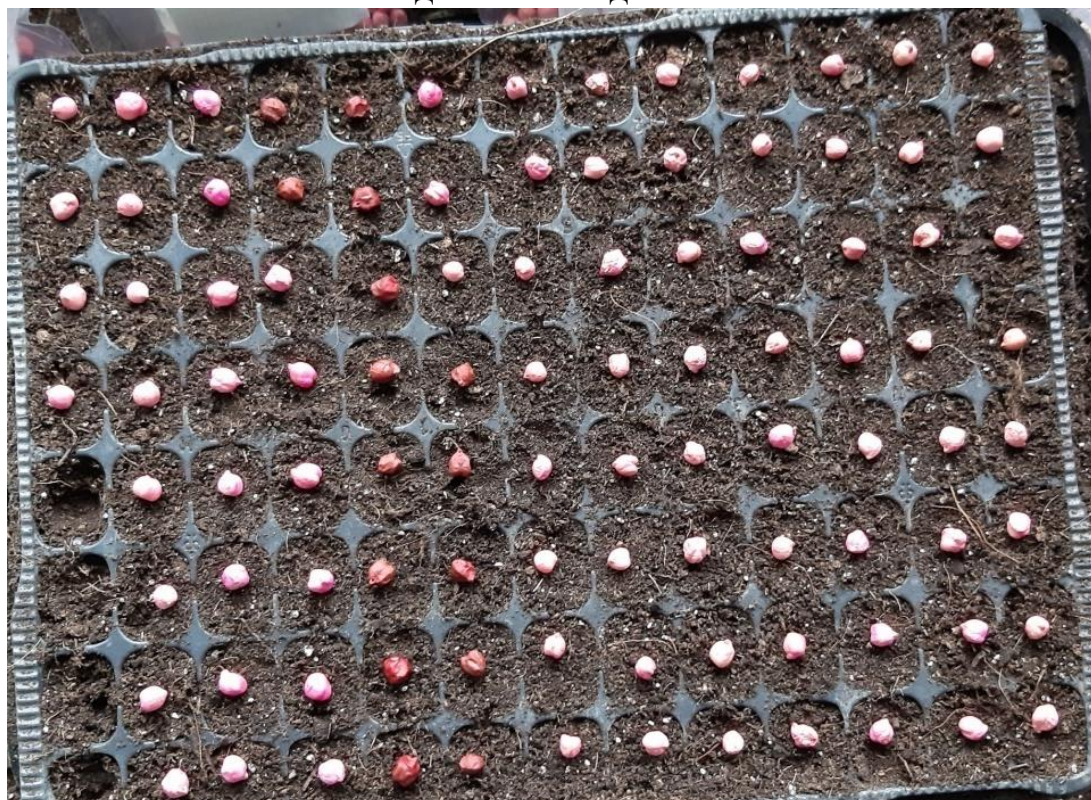
Показник	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень
Абсолютний максимум, °С	+10,2	+17,7	+17,3	+20,0	+22,0	+30,7	+32,9	+34,1	+30,6	+22,1	+14,4	+12,2
Середня температура, °С	+3,1	+5,3	+8	+10,7	+14,7	+21,8	+24,5	+24,2	+21	+17,3	+7,1	+3,9
Абсолютний мінімум, °С	-2,6	-4,8	-0,8	+0,2	+7,4	+11,6	+16,7	+17,3	+13,2	+9,4	+0,8	-3,0
Сума опадів, мм	21	14	16	1,1	58	45	63	5,8	32	12	18	26
Кількість днів з опадами	12	8	7	6	16	12	5	2	5	7	9	20
Вологість повітря, %	81	77	72	61	75	77	67	67	70	81	84	92

Додаток Б4

Погодні умови 2021 року

Показник	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень
Абсолютний максимум, °С	+12,2	+16,6	+11,1	+15,3	+24,7	+33,1	+32,8	+29,4
Середня температура, °С	+1,9	+1,3	+4,3	+9,1	+15,6	+20,6	+25,3	+23,6
Абсолютний мінімум, °С	-13,7	-9,0	-2,4	+2,7	+6,8	+11,6	+16,1	+16,8
Сума опадів, мм	80	45	26	36	34	86	77	19
Кількість днів з опадами	20	18	16	16	14	20	7	6
Вологість повітря, %	87	84	80	79	78	80	73	74

Додаток В
Вигляд палетки під час сівби



Додаток Г
Вигляд палетки після вилучення її з термостату.



Додаток Д
Рослини першого покоління при вирощуванні у світлій камері (початок
вегетації)



Додаток Ж

Спроба використання мікроклонального розмноження рослин нуту
звичайного



Додаток К
Інтенсивність проростання насіння нуту при низьких позитивних
температурах (+4 °С), контроль + 25 °С, 2019 р.

Зразок	Не протруєне (шт.)			Середня схожість (%)	Протруєне (шт.)			Середня схожість (%)	Контроль, %	
	I	II	III		I	II	III		Не протруєне	Протруєне
Александрит	10	10	10	100,0	10	8	10	93,3	100	100
Краснокутський 123	10	9	10	96,7	10	9	7	86,7	100	90
Пегас	5	2	9	53,3	10	9	10	96,7	100	80
Розанна	4	3	0	23,3	8	9	9	86,7	10	100
Пам'ять	1	4	0	16,7	9	9	8	86,7	20	90
КСІ 16/19	4	0	0	13,3	8	5	5	60,0	0	70
НІР _{0,05}				40,2				19,4		

Додаток Л
Інтенсивність проростання насіння нуту при низьких позитивних
температурах (+4 °С), контроль + 25 °С, 2020 р.

Зразок	Не протруєне (шт.)			Середня схожість (%)	Протруєне (шт.)			Середня схожість (%)	Контроль, %	
	I	II	III		I	II	III		Не протруєне	Протруєне
Александрит	10	10	10	100,00	10	10	10	100,00	100	100
Краснокутський 123	10	10	10	100,00	9	9	8	86,67	100	100
Пегас	7	7	6	66,67	9	10	10	96,67	100	96
Розанна	5	4	1	33,33	8	8	8	80,00	30	100
Пам'ять	1	4	0	16,67	9	8	8	83,33	40	90
КСІ 16/20	2	2	1	16,67	7	7	7	70,00	10	90
НІР _{0,05}				32,43				9,42		

Додаток М1

Результати лабораторної перевірки на холодостійкість під час проростання генотипів нуту звичайного (F₄), отриманих в результаті направленої селекції на холодостійкість, 2020 р.

Батьківський сорт/ Номер лінії	Кількість проростків , шт		Схожість, %	
	За +4° С	Контроль за +25° С	за +4°С,	Контроль за +25° С
Ярина	15	24	50	80
Тарас Бульба	8	28	26	93
5030/20	28	29	93	96
5033/20	25	27	83	90
5150/20	26	28	86	93
5360/20	30	30	100	100
5362/20	25	28	83	93
5381/20	23	25	76	83
5382/20	26	29	86	96
5383/20	15	26	50	86
5384/20	18	26	60	86
5387/20	13	28	43	93
НІР ₀₅	6,55	4,53	-	-

Додаток М2

Результати лабораторної перевірки на холодостійкість під час проростання генотипів нуту звичайного (F₅), отриманих в результаті направленої селекції на холодостійкість, 2021 р.

Батьківський сорт/ Номер лінії	Кількість проростків , шт		Схожість, %	
	За +4° С	Контроль за +25° С	за +4°С,	Контроль за +25° С
Ярина	14	28	50,00	80,00
Тарас Бульба	10	24	26,67	93,33
5030/21	29	29	93,33	96,67
5033/21	24	29	83,33	90,00
5150/21	25	29	86,67	93,33
5360/21	30	30	100,00	100,00
5362/21	26	30	83,33	93,33
5381/21	26	27	76,67	83,33
5382/21	27	30	86,67	96,67
5383/21	14	28	50,00	86,67
5384/21	17	28	60,00	86,67
5387/21	15	29	43,33	93,33
НІР ₀₅	6,88	1,67		

Додаток МЗ
Фотографія підзимнього посіву 2020 року



Додаток Н
Біохімічні показники рослин нуту підзимнього посіву 2020-2021р.

№ Лінії 2020 р.	Рівень цукрів %	Хлорофіл, мг%		Кароти- ноїди мг%	Флавоноїди г/100г	Проте а -зи Н кат/кг	Інгібітори протеаз	
		а	б				г/кг	Пит. Акт.
5033(вегет. маса)	15,05	167,16	58,94	70,26	0,204	1,868	0,124	1,82
5033(корен. маса)	5,61	-	-	-	0,056	1,514	0,036	1,56
5150(вегет. маса)	13,36	149,53	50,51	61,82	0,182	1,734	0,075	1,27
5150(корен. маса)	8,04	-	-	-	0,054	1,474	0	-
5362(вегет. маса)	11,75	162,61	52,16	69,58	0,211	1,674	0,152	2,45
5362(корен. маса)	7,63	-	-	-	0,054	1,160	0	-
5381(вегет. маса)	16,24	158,09	52,53	71,16	0,185	0,811	0,249	3,72
5381(корен. маса)	6,13	-	-	-	0,052	1,602	0	-
5382(вегет. маса)	13,06	178,43	56,7	76,91	0,245	1,120	0,177	2,77
5382(корен. маса)	7,11	-	-	-	0,057	1,516	0	-

Додаток П
Біохімічні показники рослин нуту ярого посіву 2020-2021р.

№ Лії 2020 р.	Рівень цукрів %	Хлорофіл, мг%		Каротиноїди мг%	Флавоноїди г/100г	Протеаз и Н кат/кг	Інгібітори протеаз	
		а	б				г/кг	Пит. Акт.
5033 (вегет. маса)	6,42	312,46	106,19	94,83	0,295	1,602	0	-
5033(корен. маса)	9,29	-	-	-	0,055	1,408	0	-
5150(вегет. маса)	6,17	309,33	106,63	87,79	0,318	1,922	0	-
5150(корен. маса)	5,13	-	-	-	0,040	1,465	0,017	0,44
5362(вегет. маса)	6,82	296,31	103,91	78,88	0,273	1,091	0	-
5362(корен. маса)	5,15	-	-	-	0,043	1,448	0	-
5381(вегет. маса)	6,49	301,59	103,5	83,67	0,300	1,871	0	-
5381(корен. маса)	5,89	-	-	-	0,043	1,422	0	-
5382(вегет. маса)	6,33	293,4	104,77	77,90	0,315	1,514	0	-
5382(корен. маса)	7,08	-	- -	-	0,045	1,297	0,068	1,74

Додаток С1



АКТ

передачі насіннєвого матеріалу нуту звичайного з відділу селекції, генетики та насіннєзнавства бобових культур Селекційно-генетичного інституту – Національного центру насіннєзнавства та сортовивчення до сектору генетичних ресурсів у кількості 4 зразків. Зразки, що передаються, можуть бути використані для подальшого вивчення, а також включатися у схрещування.

№ п/п	Назва	Родовід	Колір насіннєвої оболонки	Маса 1000 насінин, г	Висота рослини, см	Схожість при +4° С, %
1	5030/20	Кол.20 × Ярина	Бежеве	510	58	93
2	5033/20	Кол.20 × Ярина	Бежеве	502	53	83
3	5150/20	Ярина × Тарас Бульба	Біле	484	51	86
4	5360/20	Кол.242 × Ярина	Коричневе	505	51	100

Передав:

Завідувач відділу селекції, генетики
та насінництва бобових культур

 Лаврова Г.Д.

Молодший науковий співробітник
відділу селекції, генетики
та насінництва бобових культур

 Очкала О.С.

Прийняв:

Завідувач сектору генетичних ресурсів

 Сечняк В.Ю.

Додаток С2

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
СЕЛЕКЦІЙНО-ГЕНЕТИЧНИЙ ІНСТИТУТ -
НАЦІОНАЛЬНИЙ ЦЕНТР
НАСІННЄЗНАВСТВА ТА СОРТОВИВЧЕННЯ



NATIONAL ACADEMY OF
AGRICULTURAL SCIENCES OF UKRAINE
PLANT BREEDING & GENETICS INSTITUTE -
NATIONAL CENTER
OF SEED AND CULTIVAR INVESTIGATION

Овідіопольська дорога, 3, м. Одеса, 65036.
Телефон: (048) 789-54-27. Факс: (048) 789-52-89.

E-mail: sgi-uaan@ukr.net

Ovidiopska doroga, 3, Odesa, 65036, Ukraine.
Telephone: (38-048) 789-54-27. Fax: (38-048) 789-52-89.

№	02/489	від	26.08.2021 р.	Our ref.	from
На Ваш №		від		To Your ref.	from

Довідка

Видана Очкалі Олександрю Сергійовичу, здобувачу наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 201 Агрономія, молодшому науковому співробітнику відділу селекції, генетики та насінництва бобових культур Селекційно-генетичного інституту – Національного центру насіннєзнавства та сортівивчення в тому, що на основі отриманих даних в процесі виконання дисертаційної роботи за темою «Вихідний матеріал нуту звичайного (*Cicer arietinum* L.) з високим темпом проростання за низьких температур в умовах Південного Степу України» внесені пропозиції щодо покращення селекційними методами вихідного матеріалу нуту звичайного за ознаками продуктивності та стійкості до низьких позитивних температур під час проростання і модифікована для культури нуту методика визначення інтенсивності проростання насіння за різних температур.

Створений оригінальний селекційний матеріал на базі сорту Ярина та високопродуктивних колекційних зразків. Лінії 5030/20, 5033/20, 5150/20, 5360/20, 5362/20, 5381/20, 5382/20, 5383/20, 5384/20, 5387/20 характеризуються високою стійкістю до низьких позитивних температур під час проростання. Ці лінії включені в селекційний процес відділу селекції, генетики та насінництва бобових культур як цінний вихідний матеріал для створення холодостійких сортів нуту, придатних для раннього та надраннього посіву з метою ефективного використання рослинами ґрунтової вологи. Лінії 5030/20, 5033/20, 5150/20, 5360/20 поєднують інтенсивне проростання при +4°C з високою продуктивністю, переважаючи за цим показником батьківський сорт Ярина у 2,3-3,0 рази. Зазначені лінії проявляють однорідність та стабільність за всіма ознаками і готуються до передачі на реєстрацію у Національний центр генетичних ресурсів рослин України.

Директор інституту
член-кореспондент НААН

М.П.



В. М. Соколов

Додаток СЗ

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК
УКРАЇНИ

ІНСТИТУТ КОРМІВ ТА СІЛЬСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА ПОДІЛЛЯ

проспект Юності, 16
м. Вінниця, 21100
Тел./факс: 0432 464116
E-mail: fri@mail.vinnica.ua



NATIONAL ACADEMY OF AGRARIAN SCIENCES
OF THE UKRAINE

INSTITUTE OF FEED RESEARCH AND
AGRICULTURE OF PODILLYA

prospekt Yunosty, 16,
Vinnitsa, Ukraine, 21100
tel/fax + 38 0432 464116
E-mail: fri@mail.vinnica.ua

06.09.2021 № 06-02/262

Довідка

про впровадження наукових розробок

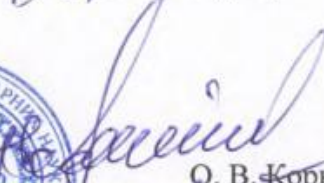
Надається здобувачу наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 «Агрономія» молодшому науковому співробітнику відділу селекції, генетики та насінництва бобових культур Селекційно-генетичного інституту – Національного центру насіннєзнавства та сортовивчення Очкалі Олександрю Сергійовичу в тому, що створені ним лінії нуту звичайного 5030/20, 5033/20, 5150/20, 5360/20, 5362/20, 5382/20 з високою інтенсивністю проростання насіння за низьких позитивних температур, які поєднують цю ознаку з високою продуктивністю (5030/20, 5033/20, 5150/20, 5382/20) та масою 1000 насінин більше 400 г (5030/20, 5382/20), використовуються у селекційній програмі Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН як вихідний матеріал для створення нових сортів нуту звичайного.

Завідувач відділу селекції кормових,
зернових колосових та технічних культур,
кандидат с.-г. наук

 В. Д. Бугайов

Директор Інституту кормів та сільського
господарства Поділля НААН,
доктор с.-г. наук



 Q. В. Корнійчук